



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE BELLAS ARTES DE SEVILLA

DEPARTAMENTO DE ESCULTURA E Hª DE LAS ARTES PLÁSTICAS

TESIS DOCTORAL

EL TALLER DE ESCULTURA Y LA FUNDICIÓN.

**ESTUDIO PARA LA INTEGRACIÓN DE LA FUNDICIÓN EN EL ESPACIO DE
TRABAJO DE LOS ARTISTAS CONTEMPORÁNEOS EN ESPAÑA.**

Autor: **Andrés J. Naranjo Macías**

Director: **Dr. D. José Antonio Aguilar Galea**

MAYO 2017

*A mis padres, Ana y José, para
quienes mi educación fue siempre
lo primero.*

Y a Lolita, quien forma parte de mí.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al director de esta tesis doctoral, el Profesor Dr. D. José Antonio Aguilar Galea, su apoyo, sus consejos, su disponibilidad y sobre todo la confianza puesta en nuestro proyecto. Gracias.

A quienes cedieron parte de su tiempo para hablar conmigo y resolver las preguntas que nos han ido surgiendo a lo largo de la investigación, por su amabilidad y hacerme sentir bien acogido:

Al Maestro D. Venancio Blanco Martín,

Al Profesor Dr. D. Juan Carlos Albaladejo,

A la Profesora Dra. D^a Carmen Marcos Martínez,

Al Profesor Dr. D. Joan Valle Martí,

A la Profesora Dr. D^a. Soledad del Pino de León,

A la Profesora Dr. D^a Fátima Acosta,

Al Dr. D. Lucido Petrillo,

A los Escultores D^a. Marta Campos Calero, D. Luis García Cruz, Toni Tomás y D. Abel Hernández Díaz.

A D. Rubén Campos y D^a. Purificación Rodríguez Cotillas.

A todos ellos, Gracias.

A mi familia, especialmente a mis sobrinos Zahara y Saúl, a quienes privé de mi compañía en muchos momentos. Gracias por vuestra comprensión.

A Ignacio por su ayuda, a Lola, Manolo y Manuel por su apoyo y cariño. Gracias.

A todos mis amigos y compañeros, por su interés y los ánimos prestados.

A todos los que me preguntaban cada día, desde el cariño, “¿cuándo terminas la tesis?”, hoy es el momento de decirles que está terminada.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	p. 14
---------------------	-------

PARTE I

CAPITULO I

1. EL TALLER Y SU ESCULTOR	p. 28
1.1. ¿Taller o estudio?	p. 28
1.2. Las técnicas en el taller de Escultor.	p. 33
1.3. El escultor-fundidor.	p. 38

CAPITULO II

2. EL TALLER: UN “CRUCE” ENTRE LO MATERIAL, LO HISTÓRICO Y LO IMAGINARIO	p. 42
2.1. Desde el Exterior al Interior: Situación del espectador-visitante ante el taller de escultor.	p. 44
2.1.1. “Voyeurismo” a las puertas del taller: Periodistas, amistades e investigadores.	p. 44
2.1.2. Venancio Blanco: Testimonio vivo de la relación entre el taller, el escultor y la fundición artística.	p. 49
2.1.3. El observador-visitante sobrecogido ante la atmósfera del taller.	p. 54
2.2. Artista y taller leyenda compartida: Estereotipos preservados en la consciencia colectiva.	p. 59
2.2.1. Oficio de dioses y acto indigno entre los hombres.	p. 61

2.2.2.	La presencia de lo divino en el taller. _____	p. 65
2.2.3.	<i>Alter deus</i> y la melancolía del lugar. _____	p. 67
2.2.4.	Entre estereotipos también se repite la historia. _____	p. 72
2.2.5.	Un espacio de película. _____	p. 74
2.3.	Antropología del taller habitado. Una malla tupida de elementos condicionantes. _____	p. 87
2.3.1.	El trastero habitado. _____	p. 89
2.3.2.	La casa-taller. _____	p. 92
2.3.3.	Un apoyo virtual en la organización del taller de escultor. _____	p. 95
2.4.	Emulando al lugar donde aprendimos: Las aulas-taller de fundición artística en la Universidad Española. _____	p. 99
2.4.1.	Facultad BB. AA de la universidad de La Laguna. _____	p. 105
2.4.2.	Facultad BB. AA de la Universidad Politécnica De Valencia. _____	p. 115
2.4.3.	Facultad BB. AA de la Universidad de Barcelona. _____	p. 127
2.4.4.	Facultad BB. AA de la Universidad de Sevilla. _____	p. 144
2.4.5.	Otros espacios universitarios de interés. _____	p. 155
2.5.	Esto no es una historia de la fundición. _____	p. 171
2.5.1.	Singularidades constructivas y técnicas en la Iberia prerromana. ____	p. 172
2.5.1.1.	La fundición en Peñalosa. _____	p. 176
2.5.1.2.	En relación al oficio que nos ocupa. _____	p. 180
2.5.1.3.	El Santuario: Un Espacio para la Fe y la Creación. _____	p. 181
2.5.2.	El taller de los aerarii o confectores aeris hispanos. _____	p. 184
2.5.2.1.	El culto doméstico. _____	p. 190
2.5.2.2.	Localización y tipología del taller hispano. _____	p. 197
2.5.3.	En un rincón de la ciudad hispanomusulmana. _____	p. 205
2.5.4.	El taller se especializa y la figura escultor-fundidor se disgrega. ____	p. 211

CAPITULO III

3.	EL TALLER HOY. UNA REALIDAD LEGISLATIVA CONDICIONANTE PARA EL TALLER DE ESCULTOR _____	p. 220
3.1.	Situación básica del Suelo. _____	p. 224
3.2.	Uso del Suelo. _____	p. 228
3.2.1.	Usos de carácter provisional. _____	p. 236

3.3.	El escultor tiene derecho a informarse de la situación en la que se encuentra su taller. _____	p. 239
3.4.	Ley 49/1960, de 21 de Junio, sobre Propiedad Horizontal. _____	p. 244
3.5.	Tipología de la edificación, modelos constructivos, vinculados al taller de escultora. _____	p. 248

PARTE II

CAPITULO IV

4.	FUNDICIÓN ARTÍSTICA _____	p. 293
4.1.	Principios básicos. _____	p. 295
4.2.	Diferentes versiones para diferentes necesidades. _____	p. 301
4.2.1.	Fundición artística con moldes de <i>olla o a la italiana</i> . _____	p. 301
4.2.2.	Fundición artística con moldes de cáscara cerámica. _____	p. 306
4.2.2.1.	Método de Descerado por Inmersión en Agua Hirviendo. _____	p. 311
4.2.3.	Variantes técnicas desarrolladas gracias a las cualidades del material. _____	p. 321
4.2.3.1.	Microfusión con crisol incorporado. _____	p. 321
4.2.3.2.	Técnica directa. _____	p. 323
4.2.3.3.	Crisol fusible. _____	p. 324
4.2.4.	Fundición arcaica con moldes cerámicos. _____	p. 327
4.2.5.	Moldes de arena. _____	p. 329
4.2.5.1.	Modelos gasificables. _____	p. 332
4.2.6.	Otras versiones en fundición artística. _____	p. 333

CAPITULO V

5.	PARÁMETROS PRESENTES EN LA INTEGRACIÓN DE UNA ACTIVIDAD COMO LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN EL TALLER DE ESCULTOR _____	p. 337
5.1.	Parámetros sustanciales en el proceso de integración. _____	p. 337
5.1.1.	Fuentes de energía: combustibles y energía eléctrica. _____	p. 337
5.1.1.1.	Combustibles sólidos. _____	p. 339
5.1.1.2.	Combustibles líquidos. _____	p. 341
5.1.1.3.	Combustibles gaseosos. _____	p. 342

5.1.1.4.	Energía eléctrica. _____	p. 346
5.1.1.5.	El modelo de fundición como una fuente de energía. La cera del interior de los moldes y su combustibilidad. ____	p. 348
5.1.1.6.	Evaluación en base al Lugar y el Combustible como factor de integración. _____	p. 349
5.1.2.	Equipos técnicos de trabajo. _____	p. 358
5.1.2.1.	Hornos de cocción y de fusión _____	p. 361
5.1.2.2.	Hornos homologados comercializados. _____	p. 362
5.1.2.3.	Hornos autoconstruidos o de fabricación propia. _____	p. 365
5.1.2.3.1.	Fabricación propia de un horno de cocción, descere y sinterizado. _____	p. 366
5.1.2.3.2.	Fabricación propia de un horno de fusión de metales y sus aleaciones. _____	p. 377
5.1.2.4.	Quemadores. _____	p. 381
5.1.2.5.	Evaluación en base al lugar, combustible y equipos técnicos como los hornos de cocción y fusión. _____	p. 387
5.1.2.6.	Maniobrabilidad y espacio de trabajo ante los hornos de fundición. _____	p. 404
5.1.3.	Tratamiento de gases y humos. _____	p. 410
5.1.3.1.	Sistema de ventilación por extracción localizada. _____	p. 411
5.1.3.2.	Pautas de actuación ante el diseño de un sistema de ventilación por extracción localizada. _____	p. 412
5.1.3.2.1.	Captación del contaminante: Campana, vitrina, rejillas, etc. _____	p. 413
5.1.3.2.2.	El circuito de extracción: los conductos. _____	p. 417
5.1.3.2.3.	El ventilador o extractor. _____	p. 419
5.1.3.3.	Ventilación o extracción localizada en las diferentes fases de trabajo en fundición artística. _____	p. 420
5.1.3.3.1.	Extracción localizada durante la preparación de ceras. _____	p. 420
5.1.3.3.2.	Extracción localizada durante el trabajo con ceras: Creación del modelo. _____	p. 424
5.1.3.3.3.	Extracción localizada durante la eliminación del modelo. _____	p. 425
5.1.3.3.4.	Extracción localizada durante la fusión del metal. _____	p. 432
5.1.3.4.	Evaluación en base al Lugar, Fuente de Energía y Equipos Técnicos, añadiendo el Tratamiento de Gases y	

	Humos oportuno. _____	p. 434
5.1.4.	Aislamientos. _____	p. 462
5.1.4.1.	Aislamiento sonoro. _____	p. 462
5.1.4.2.	Aislamiento térmico. _____	p. 481
5.1.5.	Mobiliario. _____	p. 491
5.1.6.	Espacio de almacenamiento. _____	p. 498
5.1.7.	Movilidad y posicionamiento. _____	p. 501
5.1.8.	La disposición de un vehículo. _____	p. 502
5.1.9.	La situación del local en relación a su abastecimiento. _____	p. 503
5.2.	Parámetros ostensibles en el proceso de integración. _____	p. 507
5.2.1.	El Formato. _____	p. 507
5.2.2.	Temporización aproximada del proceso. _____	p. 515
5.2.3.	Costes. _____	p. 544
5.3.	Por un taller seguro. valoración básica de riesgos. _____	p. 559
5.3.1.	Acondicionamiento del lugar de trabajo. Principios básicos. _____	p. 560
5.3.2.	Análisis y evaluación general de riesgos en fundición artística según las fases de trabajo. _____	p. 569

CAPITULO VI

6.	EN BASE A DOS MODELOS CONCRETOS DE ESTUDIO. _____	p. 591
6.1.	TALLER MODELO DE ESTUDIO I. VIVIENDA UNIFAMILIAR EXENTA EN EL CAMPO. _____	p. 593
6.2.	TALLER MODELO DE ESTUDIO II. LOCAL EN LOS BAJOS DE BLOQUE DE PISOS. _____	p. 657
CONCLUSIONES	_____	p. 697
BIBLIOGRAFÍA	_____	p. 703

ANEXOS

ANEXO I [CD]. ENTREVISTAS

ANEXO II [CD]. F. A. I. T. E. (Programa en Construcción)

ANEXO III [CD]. BANCO DE IMÁGENES DIGITALES 2D-3D

ANEXO IV [CD]. LISTA ORIENTATIVA DE PRECIOS

ANEXO V [CD]. ENCUESTAS

INTRODUCCIÓN

Durante el curso académico 2003/04, participamos en un taller de extensión universitaria, ofertado en la Facultad de Bellas Artes de Sevilla, cuyo título rezaba de la siguiente manera: “Escultura en Bronce: Microfusión a la cascarilla cerámica”. En aquellos momentos la fotografía que aparecía en el cartel supuso un auténtico enigma, pues poco tenía que ver con la imagen que puede tener en su mente un estudiante de segundo de carrera sobre cómo se resuelve una escultura en bronce. Nada más comenzar, pusieron entre mis manos un material de trabajo nuevo para mí, la cera. Dicen –y el que dibuja lo sabe-, que no hay nada más difícil que afrontar los primeros trazos de un dibujo. Pues bien esa primera plancha de cera fue un soporte tan temible como el papel en blanco. Aún hoy me impone respeto empezar a trabajar con la cera.

La palma de una mano fue suficiente excusa para ponerme a trabajar. Cortas, pliegas, derrites parte de la placa y empiezas a amasarla, sueldas algunos trozos... y la cosa empieza a ser interesante. Pronto todos teníamos nuestra obra resuelta. La pieza más varios añadidos como un cuenco, también de cera, unido a la escultura mediante algunos tubos. Tras rebozar varias veces el modelo con lo que nos dijeron era un material cerámico de gran resistencia térmica, y una vez secas, expusimos los moldes directamente al fuego. Sin miramientos, se introducían en un bidón casi al rojo –elevable-, y la cera prendía violentamente precipitándose a un barreño de agua fría ubicado justo debajo de ella. Tras unos minutos, no quedaba nada en el interior de las cerámicas y se retiraban incandescentes de la parrilla del horno.

Entonces llegó el momento de fundir el bronce. El molde empezaba a tomar una fuerte luminosidad, casi traslúcido, dentro del horno y el metal empezaba a ceder. El cuenco cerámico mantenía el metal ya en estado líquido en sus entrañas. Unas pinzas de hierro

forjado y un leve movimiento bastaron para permitir que el metal pasase de un extremo a otro del molde, llenando el negativo de nuestra pieza. La luz anaranjada nos dejó a todos en silencio sin poder apartar la vista.

Tras ese momento mágico, vuelve la realidad. Un poco de cerámica había cegado durante los baños uno de los conductos por los que tenía que pasar el metal y la pieza perdió buena parte de su fisonomía. Hoy, conservo esa obra intacta como testimonio de todo lo que aprendí en ese curso.

Son muchas las historias sobre la primera vez... ésta, tan sólo fue la mía.

Tenemos que retroceder muy atrás en el tiempo para reconocer los orígenes de una actividad como la fundición. Es atrayente irrumpir en los inicios de la metalurgia, para despejar el misterio de cómo se reveló a ojos del hombre esa relación entre el fuego y el metal, o cuándo se comienza a pensar seriamente y en profundidad sobre el asunto. Producir fuego no conduce a la fundición, el hombre debía alcanzar un buen nivel de control sobre las transformaciones del metal, domar sus estados. Aunque parezca extraño, hay mucho en común en cómo fundieron sus estatuillas votivas -hace más de cuatro mil años- los primeros artesanos y cómo se resuelven hoy una escultura en una fundición artística. Nos referimos a los cimientos del oficio, el centro de su vitalidad, no a su equipamiento, pues en ese sentido las fundiciones profesionales han sabido asumir los avances tecnológicos y actualmente cuentan con todo tipo de medios, con los que reducen riesgos, mejoran su producción y obtienen mayores beneficios o rédito económico. Tampoco el lugar donde ejercer esa actividad ha sufrido cambios sustanciales. Como veremos, la técnica exigió al taller del artesano arcaico unas condiciones muy similares a las que actualmente plantea.

Probablemente, en origen, crisol y molde fuesen una misma cosa. Puede que se tratase de contener el mineral fundido en la tierra, en el mismo lugar donde estaba el hogar, para con los *posos* ya solidificados sobre el terreno producir algunos útiles, como flechas, cuchillos, adornos...

Los hornos para cerámica progresan, pronto alcanzan un buen rendimiento calorífico, lo que también favorece a la metalurgia. Se alcanzan puntos de fusión más altos -como el que exige el cobre- lo que permite acceder a aleaciones como el bronce. Es interesante la conexión que mantienen desde sus comienzos estos dos oficios, la cerámica y la fundición. El control de la materia atribuido a los *señores del fuego* favoreció que éstos se vieses envueltos en cierto misterio y magia, situándolos *en un Universo saturado de sacralidad*¹. No todo lo que producían sus manos eran herramientas para la agricultura, o armas para la guerra, la comunidad necesitaba también de la Escultura. Tal vez no en el sentido que la

¹ ELIADE, Mircea: *Herreros y alquimistas*. E.T. (trad.), Pérez Ledesma, Manuel (rev.). 7ª ed. Madrid: Alianza Editorial, S.A., 1999, p.126.

vemos hoy, en metal abundaban más bien las modestas estatuillas de carácter religioso. Es lógico pensar que el fundidor se encontraba al servicio de las necesidades de la mayoría, favoreciendo al bien común. Al fin y al cabo, ¿qué mayor necesidad hay que tener contentados a los dioses cuando todo lo que te rodea depende de ellos? Estas piezas votivas son un valioso legado; testimonios materiales que atestiguan la práctica de una *fundición artística* notoriamente desarrollada en nuestra historia. La fundición a la cera perdida con moldes cerámicos facilitó la producción de ese tipo de esculturas, macizas y de pequeño formato, al tiempo que haría posible la creación de grandes bronce huecos -todo un legado del mundo clásico-.

Podría decirse que la escultura lleva relacionándose con la fundición desde una edad temprana, y que el fuego y el metal conocen bien su temperamento. Oficios como el de fundidor o el de escultor conservaron durante siglos cierta exclusividad consanguínea, pues sus secretos eran transmitidos de padres a hijos, o en su defecto entre círculos sociales muy próximos. El artesano supo conservar los valiosos secretos de la profesión y durante siglos era él quien en su taller resolvía una pieza escultórica desde que sólo era una idea hasta su materialización final en metal fundido. Con el tiempo, el oficio acabará por fragmentarse, la actividad en el taller de escultor tenderá cada vez más a la especialización y la obra fundida pasará a ser el resultado final de toda una cadena de producción con grandes profesionales al servicio de la escultura². Ni el misterio ni la opacidad oligárquica han beneficiado demasiado a la práctica de la escultura en metal fundido³. La situación actual⁴ no es más atractiva. El profesional de hoy día poco tiene que ver con los *fundidores-chamánicos* del pasado, y el escultor, por lo general, poco sabe del oficio de fundir. Tampoco se le exige.

Si bien en un principio tubo que ser la necesidad del hombre por acercarse al fuego la razón que lo iniciase todo, miles de años después el escultor ha de experimentar una fuerte atracción por el calor de los hornos y ver las posibilidades plásticas de esta técnica para sucumbir al deseo de hacerle un hueco en su espacio de trabajo. Tal vez fuese esa disposición la que empujara al artista D. Venancio Blanco a pedir una beca en Roma para aprender este oficio. No se traslada a los talleres de la academia para *crear*, sino para *aprender*. Allí incorpora definitivamente a su trabajo lo que serán dos grandes pilares de su producción escultórica: la cera y el metal. Desde entonces el maestro se sirve de ambas materias para dar presencia física a sus sueños⁵. Ya hace años que su labor docente contempla la fundición artística como un instrumento de innumerables posibilidades

² AGUILAR GALEA, José Antonio: *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*. [Tesis doctoral sin publicar]. Sevilla, 2001, pp.39-45.

³ ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. *Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible*. Edición 1ª. Santa Cruz de Tenerife: Departamento de Escultura y Pintura, Universidad de la Laguna, 2003, p. 7.

⁴ O al menos hasta hace apenas unos años.

⁵ BLANCO, Venancio. *El oficio del arte*. [Video Documental; DVD PAL 16:9, Estéreo,]. REM Comunicación y Milochenta Producciones (prod.); Fundación Venancio Blanco (col.). 2011.

plásticas. El escultor salmantino es sin duda un referente como artista que vuelve a buscar en los hornos luz y calor con los que dar vida a su obra personal. La fundición, como diría él, la muchacha idónea para bailar acompañando esa música que es la creación escultórica.

En la década de los noventa, desde posturas y cauces diferentes pero con principios y propósitos comunes, el físico y fundidor Mr. David Reid fue uno de los primeros profesores en incorporar una técnica de fundición para artistas-artesanos en un centro de artes europeo, la Central Saint Martin's School de Londres. Posiblemente hiciese uso de su intuición de escultor para ver en la cáscara cerámica un material con posibilidades de facilitar la práctica de la fundición en un pequeño taller. Tras lo cual, sopesaría todos los aspectos técnicos para valorar su viabilidad. La patentada *técnica Reid*, llevada a cabo por el neozelandés en sus comienzos, incorpora materiales refractarios relativamente recientes en el sector metalúrgico, como la cáscara cerámica o el sílice coloidal, a un procedimiento muy primitivo de fundición.

Mr. David Reid ofreció un nuevo enfoque de la fundición artística para solventar pequeños proyectos escultóricos con un equipamiento mínimo, algo que supo valorar el Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, profesor de la Universidad de La Laguna (Tenerife), quien mostró un gran interés por sus trabajos. Comienza así una fructífera colaboración entre ambos que pronto contará con un gran número de simpatizantes. Los centros universitarios empiezan a valorar las posibilidades formativas y plásticas de la fundición artística. Hoy por hoy prácticamente la totalidad de las Facultades de Bellas Artes españolas imparten alguna asignatura relacionada con ella. Algunos grupos de investigación basan sus proyectos en el planteamiento de nuevos retos en torno a esta materia. En este sentido, la técnica de crisol fusible del Dr. D. Juan Carlos Albaladejo sienta precedentes en los estamentos universitarios cumpliendo los objetivos de simplicidad y seguridad planteados en su proyecto⁶. Minimizar riesgos y optimizar los recursos técnicos constituyen dos de los principales grandes focos de estudio en este campo, pudiendo mencionarse iniciativas como: el trabajo de investigación sobre *procesos normalizados de trabajo* en los talleres de fundición iniciado por los doctores D. Pere López Vidal, D^a. Carmen Marcos Martínez y D. Joan Valle Martí (coordinador); los estudios del Dr. D. Lucido Petrillo sobre la resistencia de la cascarilla cerámica como material escultórico⁷; el proyecto de excelencia "Colada automática de procedimiento eutéctico en la fundición artística"⁸ que llevó a cabo el grupo de investigación TEBRO de la Universidad de Sevilla; o el proyecto financiado por el Plan

⁶ ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. *Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible*, p. 15.

⁷ Actas del II Congreso Internacional de Investigación en Fundición Artística. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Carmen Marcos (coord.). Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. 2009.

⁸ Grupo TEBRO. Investigación + Creación. [Catálogo]. Textos: Aguilar Galea, José Antonio y Martín Sánchez, Olegario. Sevilla: De Cultura Grupo TEBRO, 2009, 56 pp. Patrocina Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa; Junta de Andalucía; Vicerrectorado de Investigación; Universidad de Sevilla. Colabora Departamento de Escultura e H^a de las Artes Plásticas; Facultad de BB.AA. p.9.

Nacional I+D+I “Alternativas al descere en la fundición de cascarilla cerámica (ceramic shell casting): técnica por microondas”⁹, que ha derivado en la solicitud de patente tanto de un horno microondas adaptado a los objetivos del proyecto, como a un proceso de moldeado a la cera perdida asistido por microondas¹⁰. Todas estas iniciativas se encuentran avaladas por la presencia de especialistas y profesionales -docentes, investigadores, artistas, técnicos, estudiantes...- y constituyen el reflejo de una demanda académica y creativa clara. Se trata del reconocimiento de las posibilidades escultóricas y formativas de la fundición artística, donde materia y proceso técnico dan muestra de una comunión valiosa.

Qué duda cabe de que hoy se encuentran resueltas muchas de las complicaciones sufridas en el camino hacia la integración de la fundición artística en las aulas de bellas artes españolas. Se han dado soluciones a la ausencia de un espacio concreto donde ejercer la materia, a la falta de un equipamiento apropiado que responda a las exigencias del contexto universitario, a los eternos debates sobre la idoneidad de la materia para la formación del alumnado actual... Todas estas vicisitudes, entre otras, han servido para fortalecer la convicción de unos cuantos luchadores de que existe un potencial latente en esta técnica. Podríamos aventurar que la educación ya es un terreno conquistado. Ahora esa oferta didáctica implica una considerable presencia en forma de trabajos artísticos y de investigación que no tardará mucho en evolucionar de forma autónoma fuera de las aulas... pero ¿de qué modo incluirá el escultor la fundición artística como una actividad más en su taller? ¿A qué tipo de espacios tendrá que adaptarse la técnica fuera del ámbito profesional y académico? ¿Cuáles serán los factores a tener en cuenta para resolver esa integración?

La Dra. D^a. Carmen Marcos, docente de fundición artística de la Universidad Politécnica de Valencia, concluía en su tesis que *las técnicas de fundición con cascarilla cerámica han demostrado ser el presente y el futuro del taller del escultor*¹¹.

Del presente porque a nivel de desarrollo actual es factible fundir piezas de tamaño considerable con una inversión e infraestructuras asumibles por un escultor en activo que disponga de un local mínimamente aislado y con buena ventilación. Del futuro porque estamos seguros de que las mejoras que se introducirán a través del estudio y de la práctica posibilitarán tamaños aún mayores, menores riesgos, disminución de la inversión, del gasto de energía, tiempo y esfuerzo,

⁹ ALBALADEJO, Juan Carlos, et al. Fundición artística: Descere por microondas. *Fundidores: fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*. 2016, núm. 226, pp.19-21.

¹⁰ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (70.0%); UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA (30.0%) Horno microondas y proceso de moldeado a la cera perdida asistido por microondas. Juan Carlos Albaladejo González, Juan Monzo Cabrera, Francisco Javier Clemente Fernández, José Fayos Fernández y Antonio José Lozano Guerrero. ES. Int. Cl.:B22C 9/04. SOLICITUD DE PATENTE, 201330657. 07 de Noviembre de 2014.

¹¹ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Escultura. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, D.L. 2002. 1 disco (CD-Rom), [Tesis Doctoral], p. 442-443.

reciclado de materiales...etc. (...), una vez colocado este primer escalón, esperamos que futuras investigaciones puedan servirse de ésta precisamente para superarla, profundizando en alguno de sus aspectos, planteando nuevos documentos experimentales.

Con nuestro proyecto recogemos el testigo de esos profesionales que han profundizado con su investigación en aquellas *técnicas y materiales que hicieran posible la fundición artística en el estudio del escultor (...)* y que consiguieron (...) *romper con un mito secular de inconvenientes, dificultades y costes insuperables para el artista y el artesano*¹². Se trata de continuar con la adhesión de la fundición a los estamentos artísticos a los que pertenece por derecho, dirigiendo el foco de atención directamente hacia el espacio de trabajo del escultor, en el taller. Por supuesto el artista conoce bien el lugar donde se gesta su obra, pero a menudo se improvisan soluciones a medida que surgen las necesidades, sin un análisis previo, consiguiendo llevar a cabo la actividad sólo como una experiencia puntual. Contar con determinadas pautas para evaluar conjuntamente técnica y espacio facilitaría la implantación, con carácter permanente, de la fundición artística en el taller del escultor, lográndose las condiciones más favorables para el artista y su obra.

Creemos que esas pautas existen ya, y son reconocibles en la actuación de cuantos han dedicado su tiempo y esfuerzo a esta apasionante técnica artística. Únicamente hay que analizarlas exhaustivamente y reorganizarlas para que sean lo más eficaces posible, así como un recurso viable para el escultor. Ésta es precisamente nuestra hipótesis y, con el fin de conseguir dar una respuesta efectiva, hemos establecido los siguientes objetivos generales y específicos:

OBJETIVOS GENERALES:

- Estudiar el taller de escultura desde un punto de vista amplio, reflexionando sobre todo cuanto influye en su comprensión como lugar.
- Valorar las necesidades sobrevenidas a un artista cuando dispone de un lugar de trabajo como el taller y donde ha de llevar a cabo su actividad creadora.
- Recoger en un documento aquellos aspectos teóricos y prácticos necesarios para orientar al escultor en materia de fundición artística. Por lo que expondremos las variantes técnicas más comunes en el campo de la fundición artística.
- Analizar las relaciones y vínculos existentes entre las distintas técnicas y su espacio de desarrollo. Profundizar en las posibilidades que la técnica puede tener en su espacio de trabajo.

¹² ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible. Texto de contraportada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Demostrar que el espacio de trabajo de un escultor vinculado a la fundición artística no ha sufrido cambios sustanciales a lo largo de su historia, del mismo modo que no los ha sufrido la fundición como técnica.
- Localizar y estudiar en el contexto nacional, modelos de taller -tanto del ámbito académico como profesional- consagrados a la escultura, que integren la fundición artística en la actualidad.
- Plantear una clasificación de modelos constructivos básicos, edificados o edificables en España, susceptibles de ser propiedad de un artista que, a título particular y sin ánimo de lucro, ejerza en ellos actividades relacionadas con la escultura.
- Establecer una serie de factores relacionados con la infraestructura, la normativa legal, económicos, organizativos y técnicos, con los que evaluar la integración de la fundición artística en el taller de escultura teniendo en cuenta su armonía con el resto de actividades que participan del proceso creativo del artista
- Realizar una propuesta de integración, sobre uno o varios modelos de taller específicos, que contemple diferentes opciones, y a través de la cual se visualice la adopción de distintas metodologías para cohesionar técnica y espacio.

El presente trabajo de tesis doctoral se ha dividido en dos partes claramente definidas. La primera parte ha sido orientada hacia una exploración transversal con el fin de conocer mejor los espacios reservados a la creación escultórica. En la segunda parte, nos centramos en valorar el impacto físico de la fundición artística sobre el espacio de taller. Nuestra intención no era otra que la de llevar a cabo una investigación heterogénea que cubriese las necesidades, tanto prácticas como teóricas, de un escultor o investigador interesado en nuestro campo de estudio.

La definición que el arquitecto Dr. D. Adolfo Benito Narváez-Tijerina hace del lugar habitado, como un *cruce entre lo material, lo histórico y lo imaginario*¹³, resultó ser un magnífico índice sobre el que estructurar los primeros tres capítulos. En éstos abordamos la problemática de definir el concepto de taller desde diferentes áreas de estudio como la sociología, la antropología, la historia, la filosofía, la legislación... Tratando de fragmentar el ese concepto con el objetivo de hacer visibles los principios que lo constituyen como el *lugar* que es. En este sentido, indagar en las fuentes bibliográficas ha sido crucial. Tesis doctorales, artículos, monográficos, ensayos, manuales, actas de congresos, leyes, Reales

¹³ BENITO NARVÁEZ-TIJERINA, Adolfo. Lo imaginario y la materialización del lugar habitado. *Nodo. Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*. Julio-Diciembre 2013, vol. 8, nº15, p. 8.

Decretos... todas estas fuentes documentales iban proporcionándonos el sustrato teórico necesario para desarrollar este trabajo.

En el Capítulo I. se concreta el tipo perfil de escultor al que nos dirigimos, así como las características del espacio sobre el que construimos nuestra tesis. Al comienzo, ponemos distancia con el término *estudio*, concretamente con sus connotaciones, identificándonos con el término *taller*, pues observamos que cuando se recurre a éste último se ve acentuada la relación del lugar de trabajo con todo el proceso de ideación y materialización que precisa una obra escultórica.

Quien se acerca a estos lugares lo hace por motivos muy diversos: porque existe una relación que le une al artista -como una buena amistad-, por admiración hacia su trabajo, tal vez por interés académico o profesional, o para solventar un reportaje, etc. Entre los textos consultados, hay varios que son testimonios de esas personas tras visitar a un escultor en su taller, y en algunos casos advertimos como se asocia en exceso el lugar con la personalidad del artista. Lo cual nos planteaba otras preguntas, entre ellas, si los estereotipos que han rodeado siempre a las personas dedicadas al arte influirían con la misma intensidad en su espacio de trabajo. El mito, la leyenda y la anécdota -no solo del artista, también de las actividades relacionadas con el fuego- forman parte de la bibliografía específica de nuestro Capítulo II, y donde se encierra algo de la imagen que pueden tener del taller personas poco familiarizadas con estos espacios. Una imagen diferente a la de quien lo habita.

Un recorrido por varias aulas-taller donde a día de hoy se imparte fundición artística, da buena muestra de la evolución que han sufrido estos espacios junto a la actividad. Como parte de nuestro trabajo de campo, quisimos conocer *in situ* algunos de estos talleres y tener la oportunidad de intercambiar opiniones con profesores, alumnos y personal técnico. Para éstos últimos y los docentes, diseñamos un cuestionario general -con una serie de preguntas básicas de apoyo-, que posteriormente se adaptó a cada encuestado, en cambio para alumnos, becarios y colaboradores preparamos tres modelos de encuesta con el propósito de sondear su situación laboral, si disponen de un espacio propio donde trabajar en sus proyectos fuera de la universidad, o conocer su vinculación y conocimientos sobre fundición.

En cuanto al sector empresarial, la *Fundición a la Cera perdida S.L.* en Sevilla, *Esculturas Bronzo S.A.* en Tenerife, *Jaume Espí S.L.* en Valencia, la *Des Cyclopes* en Bourdeux (Francia) o la *fonderie Cornille-Havard* en Villedieu-les-Poêles (Francia), son algunas de las fundiciones profesionales que tuvieron la amabilidad de abrirnos sus puertas y hablarnos de su trabajo.

Somos conscientes de que los escultores se preocupan por las consecuencias legales de incluir en sus talleres una actividad como la fundición. Quien es hoy propietario de una vivienda, local o terreno sabe que existen leyes encargadas de regular cualquier actividad que se pretenda llevar a cabo en ella. Aunque se ignore *la letra pequeña*, se ha de ser

consciente de que poseen una responsabilidad civil con las personas que residen próximas a su taller. Las administraciones locales del Estado¹⁴ -y el Estado en sí mismo- estipulan las condiciones de uso del suelo, tanto público como privado, así como el tipo de edificación pertinente en cada lugar y ante cada actividad, siendo una fuente objetiva a través de la cual establecer los modelos constructivos del taller y qué requisitos existen para ejercer en él la fundición artística. El Capítulo III, pretende esclarecer algunas de esas cuestiones legales, y comprobar hasta qué punto, el artista-fundidor y el taller, están condicionados en ese sentido. No hace falta insistir en que internet es hoy un recurso ineludible para quienes se dedican a investigar, si bien, destacamos (sobre todo por cuanto nos ha sido de utilidad en ese capítulo) que prácticamente el 100% de los documentos legislativos, publicados en el Boletín Oficial del Estado, están convenientemente digitalizados, lo que facilita mucho acceder a ellos.

Si bien el estudio y análisis de las fuentes escritas es consustancial a este tipo de trabajos académicos, el conocimiento que hemos extractado de éstas ha de ser convalidado por la experiencia. La fundición artística ocupa un espacio relevante en nuestra actividad como escultores e investigadores, y por supuesto un lugar destacado en nuestras vidas. Nuestra formación práctica ha sido adquirida año tras año: asistiendo a cursos, entre los que destacan los “Cursos de dibujo y escultura en bronce” de Priego de Córdoba, bajo la dirección del Maestro D. Venancio Blanco, y a los que este doctorando no ha faltado durante los últimos siete años; dirigiendo e impartiendo talleres de Extensión Universitaria, como los de “Dibujo y creación. Del proyecto gráfico a su materialización en cera”, durante tres ediciones consecutivas; participando en proyectos artísticos; y por supuesto, incorporando la fundición artística como una actividad más en nuestra producción. Una experiencia que hemos volcado completamente en este trabajo de tesis doctoral y que nos aporta seguridad y confianza en los argumentos utilizados para defender nuestra hipótesis. Los Capítulos IV y V son sin duda en los que más se reflejan los frutos de la experimentación.

La red también nos ha ofrecido la posibilidad de participar en foros específicamente vinculados a nuestro tema de estudio, que favorecen el intercambio de ideas, experiencias, opiniones... Además, de darnos acceso a empresas, proveedores, equipamientos, productos, etc. Es un medio por el cual adquirimos una gran cantidad de información a la que hubiese sido muy difícil acceder sin esta herramienta.

Por último, los programas de diseño gráfico y modelado en 3D, nos han permitido analizar los espacios de trabajo disponibles habitualmente en el taller de escultor recreándolos virtualmente. Estas simulaciones han facilitado mucho nuestro trabajo, permitiéndonos una valoración detallada de los dos modelos de integración propuestos en el último capítulo (VI).

¹⁴ Hay que situar este trabajo en un contexto de investigaciones a nivel nacional.

En todo momento, la investigación ha estado supervisada por el profesor Dr. D. José Antonio Aguilar Galea, director de esta tesis y especialista en fundición artística, que ha contribuido en la maduración de nuestro trabajo aportando sus conocimientos y prestando un inestimable asesoramiento personal.

Para concluir quisiéramos transcribir unas palabras de la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos, las cuales sentimos muy vinculadas a este trabajo de tesis doctoral:

Lo esencial reside en que para alcanzar ciertos fines, en este caso la conformación del metal, es imprescindible conocer profundamente los medios que nos permiten alcanzar esos fines, ejemplificadas aquí por el taller y por el listado de instrumentos.¹⁵

¹⁵ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, p. 173.



PARTE I
[EL TALLER]

CAPITULO I.

1. EL TALLER Y SU ESCULTOR

1.1. ¿Taller o Estudio?

No suele hacerse distinción entre *Taller* o *Estudio*, de hecho, ambos términos se mezclan en muchas conversaciones como si de sinónimos se tratase. Sin embargo, analizados bien de cerca pueden no ser tan parecidos.

Durante varios números, la revista “Descubrir el Arte” ha reservado un lugar entre sus páginas para artistas plásticos de reconocido prestigio. La sección que comenzara con el título de “El Estudio” –años más tarde “El Autor”- recogía las entrevistas realizadas a diferentes personalidades del mundo del arte, como Antonio Tàpies, Pérez Villalta, Jaume Plensa o Miquel Navarro, en su propio *atelier*. Sin lugar a dudas una sección interesante y valiosa fuente para abordar nuestro tema.

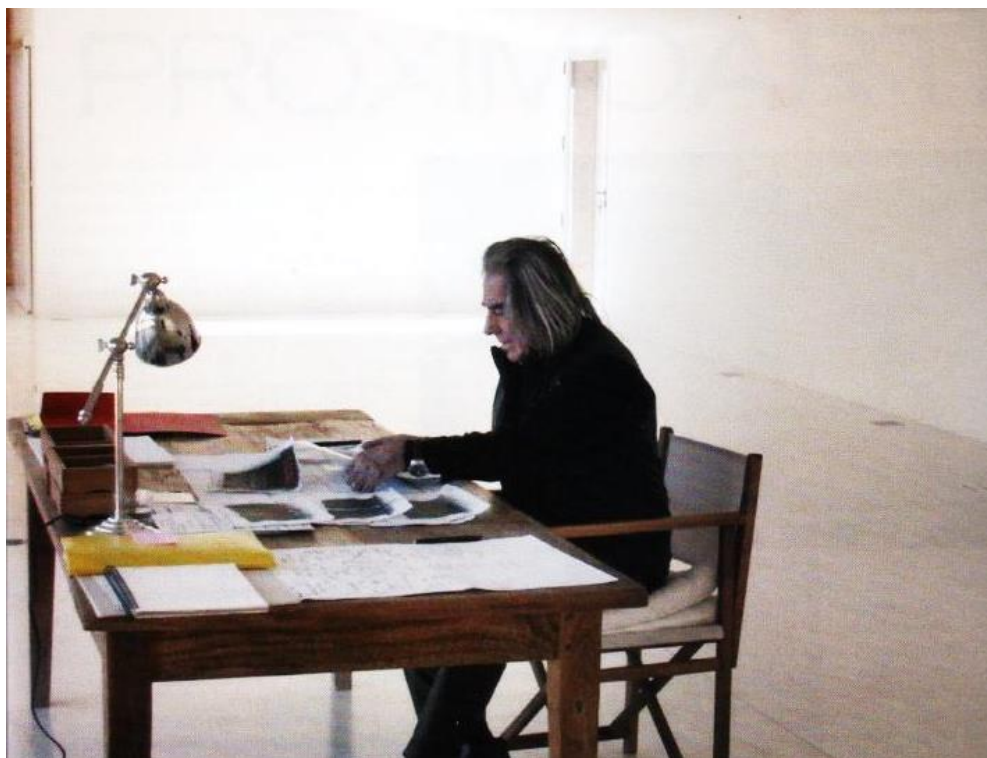
Hay un buen elenco de calificativos y descripciones dirigidos a esos espacios de creación, por ejemplo, Pilar Ribal describe *el estudio mallorquín* de Fabrizio Plessi como una *nave diáfana..., de simetrías claras y blancura desnuda*¹⁶. Antonio Lucas define el *estudio* de Luis Gordillo como “*una cripta racionalista para ensayos*”¹⁷. Y Oscar Medel¹⁸ coincide con el artista Pepe León al usar el término “*isla de trabajo*” a su *casa-estudio*.

¹⁶ RIBAL, Pilar. En el estudio de Fabrizio Plessi. Amante del vacío. *Descubrir el arte*. 2006, nº88, p. 134.

¹⁷ LUCAS, Antonio. Luis Gordillo. Una cripta racionalista para ensayos. *Descubrir el arte*. 2003, nº 56, p.114.

¹⁸ MEDEL, Óscar. En el estudio de Pepe León. Un barco en la montaña. *Descubrir el arte*. 2007, nº97, p. 142.

En los artículos los términos *taller* y *estudio* aparecen sin ser abiertamente diferenciados, sin embargo, muchos comentarios dejan al descubierto cierta disparidad entre ambos. Puede notarse que Pilar Ribal no utiliza la definición de *estudio* a ciegas cuando sabe que lo que viene después es hablar de una “*nave diáfana*” de “*escaso mobiliario*” que sólo abriga la mente proyectiva, “*lo que el artista concibe y desarrolla sobre su mesa*”¹⁹.



1. Fabrizio Plessi en su estudio veraniego de Santanyí, Mallorca.

Aún es más clara la desavenencia cuando Javier Bemba escribe sobre el “*estudio*” de Esther Pizarro²⁰:

Si no fuera porque su trayectoria la avala..., en un primer vistazo a este lugar, donde Esther Pizarro realiza una gran parte de su obra, se diría que es una artesana. Su estudio bien podría ser el taller de una fresadora que labra el acero inoxidable y el plomo obedeciendo a criterios industriales. Pero Esther Pizarro es una creadora con un lenguaje propio...

Obsérvese cómo en esta última cita el periodista relaciona directa y claramente la palabra estudio con el ámbito creativo y para referirse al lugar de trabajo del artesano emplea taller.

¹⁹ RIBAL, Pilar. *En el estudio de Fabrizio Plessi. Amante del vacío*, pp. 134-136.

²⁰ MEMBA, Javier. Esther Pizarro. *Acero líquido. Descubrir el arte*. 2005, nº73, pp. 102-103.

Podríamos entender que cuando se habla de un *estudio* de escultor, el foco de trabajo es donde el artista da vueltas a todas esas ideas que surgen en su mente, plasmándolas con cierta inmediatez y empleando materiales que no planteen serias dificultades técnicas. En cambio, en su *taller* el escultor busca materializar definitivamente la idea, lo cual requiere una serie de herramientas y un equipamiento diferente al que suele encontrarse en un *estudio*. Podría decirse que el *escultor de oficio* es reacio a dejar de lado parte del proceso creativo, sintiendo cierta reciprocidad con la técnica y eso le obliga a disponer de un taller bien equipado.

Ángel González García reconoce en *La zanja luminosa* que la palabra taller pone de un modo inmediato en marcha cuanto envuelve a la escultura, mientras que oír la palabra *estudio* nos hace permanecer impasibles o, en todo caso, imaginarnos más bien el ambiente propio del pintor moderno, quien se deja llevar por el encanto de las ensoñaciones. En las primeras líneas del texto muestra su convicción de que quien alardea de tener un estudio, mayormente lo emplea para tener un lugar donde echar la siesta o llevarse a la cita de turno²¹.

Sin ser extremista con algunas opiniones, sí reconocemos cierta modernidad en el concepto de estudio. Si miramos un poco atrás, el taller aún era lugar de trabajo del pintor a mediados del siglo XVIII, los pintores impresionistas salieron de ese espacio de interior e hicieron del paisaje exterior su nuevo espacio de trabajo. El taller se vio reducido en algunos casos a un simple local o habitación donde almacenar tanto cuadro. Pero el escultor impresionista no tuvo muchas facilidades para empaquetar sus útiles y salir a la calle, por lo que su taller siguió conservando el olor a cerrado. Realmente habrá que esperar casi un siglo para que el *Land art*, las tácticas intervencionistas, los *evirons*, el *graffiti* o las instalaciones diluyan realmente las fronteras entre lo que está dentro y lo que está fuera²².

Los avances técnicos del siglo XX atraen al escultor vanguardista, quien incorpora a su actividad herramientas y equipos propios de la industria. Artistas relevantes como Pablo Picasso, Julio González o el constructivista Vladimir Tatlin apuestan por la soldadura, el hierro forjado o el hormigón para materializar sus montajes y llevar a cabo sus construcciones. En el taller –envuelto de cierto temperamento lúdico– se fomentaba la investigación con nuevos recursos y materiales, y la hibridación técnica se hacía cada vez más común.

²¹ GONZÁLEZ GARCÍA, Ángel Lorenzo. La zanja luminosa.. En: VV. AA. *¿Qué es la escultura moderna? : del objeto a la arquitectura*. Madrid: Fundación MAPFRE, Fundación Cultural MAPFRE Vida, 2003, pp. 71-112.

²² AYMERICH, Guillermo. Arte habitado: Consideraciones artísticas acerca del lugar. En: *Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG*. 2015, v.5, n.9, p. 37.



2. Obra del artista Jannis Kounellis, sin título, expuesta en 1969 en la Galería L'Atico de Roma. Foto: Claudio Abate.



3. Tel Aviv Man XVI', Jaume Plensa. 2007

Con la postmodernidad, el taller experimenta uno de sus periodos más confusos. Ya no es tan fácil identificar a un artista como escultor, pintor, diseñador, fotógrafo, escenógrafo, creativo... la adaptación a su tiempo ha sido excelente y, al parecer, ha dejado a un lado etiquetas y clichés innecesarios para un artista. Ya el conceptualismo alejó en cierta forma al artista del trabajo directo con la materia, lo que hizo que éste perdiera interés por el oficio²³. La *Idea* no necesita de talleres equipados con herramientas de todo tipo, un estudio le basta; un espacio para proyectarse, para ver sus posibilidades, para calcular gastos y realizar las subcontratas necesarias para emerger al mundo físico. Podría decirse que el *estudio* entra en el glosario del arte cuando el artista cae en la cuenta de que el *atelier* es algo más que un espacio delimitado por cuatro paredes y que la ceremonia de la creación puede llegar a desplazarse a cualquier lugar²⁴.

Al contemplar la obra *-sin título-* realizada en 1969 por Jannis Kounellis en la galería *L'Atico* de Roma, podemos deducir que no ha sido necesario disponer de un espacio como el taller para generarla antes de ser exhibida, mientras que obras como las de Jaume Plensa transmiten cierto aroma a taller –aunque no se trate de una obra finalizada por el artista en su espacio propio de trabajo-.

Si se desea, pueden reconocerse ciertas divergencias entre escultores que pudiéramos llamar *de Oficio* y escultores *de Profesión*, es decir, entre aquéllos que pasan sus horas en el taller *a pie de obra* y quienes pasan el tiempo en su estudio *proyectando ideas*. Son muchos los matices que se entretajan en la personalidad de un artista pero, sin llegar a más y partiendo de esta dualidad entre escultores, sí reconocemos que los objetivos de este proyecto de tesis, se basan en conocimientos técnicos y planteamientos afines a un lugar concreto de trabajo y se enfocan a un perfil preciso de escultor. Se trata de una investigación que por su propia naturaleza beneficia a toda la comunidad científica, pero el carácter específico del tema lo acerca más a escultores con amor al oficio, que deciden tener en sus manos la responsabilidad completa de sus obras y cuyo lugar de trabajo acoge conjuntamente los procesos de proyección y materialización de la pieza escultórica.

²³ MADERUELO, Javier (Coord.). *El campo expandido de la escultura*. Madrid: Abada, 2006., p. 102.

²⁴ AYMERICH, Guillermo. *Arte habitado: Consideraciones artísticas acerca del lugar*, p. 28.

1.2. Las técnicas en el taller de escultor.

La escultura contemporánea sigue siendo un órgano vivo y, lejos de conformarse con las nuevas tecnologías que empiezan a ser el símbolo de la actualidad, opta por la práctica plural de técnicas y métodos de concepción. La vinculación inevitable de términos como el de *Materia o Espacio* nos lleva a pensar que lo escultórico tarde o temprano termina concretándose en algo físico... Pero, ¿en qué material? Desde las vanguardias la escultura no ha dejado de reinventarse, de buscar un hueco independiente y poner a prueba muchos de sus principios. Los materiales escultóricos son sin duda un campo fértil de investigación, y la tecnología, dentro y fuera del ámbito artístico, se ha hecho respetar consiguiendo grandes adeptos y, lo que es más importante, impregnando de sí a toda una sociedad.

Si nos trasladamos a una galería, visitamos alguna feria de arte o simplemente ojeamos un libro que trate sobre escultura, podemos ver formas prefabricadas, circuitos eléctricos, mecanismos de movimiento e incluso materiales biomédicos²⁵.

Este trabajo no pretende abrir un debate sobre qué es la escultura hoy -al menos no centrarse en ese debate-. Todas esas incorporaciones que el escultor contemporáneo ha ido experimentando, tanto técnicas como en lo referente a materiales, no han desplazado a nada ni a nadie sino que han creado nuevos planteamientos formales y nuevas formas de trabajar que, bien administradas, sólo pueden contribuir a una mayor libertad ²⁶.

En ese sentido la filosofía estética también ha derribado muros. Por ejemplo, Arthur Danto, considerado una de las figuras más significativas por sus reflexiones en torno al arte, ha sido malinterpretado por muchos tras publicar en 1984 "El fin del arte". El autor expuso las causas de una muerte histórica del pensamiento artístico y no el fin del proceso de la creación artística. Superadas aquellas etapas que marcaron el *quehacer* artístico con la imitación, el idealismo o posteriormente esos periodos ideológicos, de manifiestos impositores de lo que es verdadero y lo que no en el arte..., Danto tan sólo advierte del pluralismo imperante en una nueva era posthistórica:

*En nuestro relato, al principio sólo la mimesis era arte, después varias cosas fueron arte pero cada una trató de aniquilar a sus competidoras, y finalmente se hizo evidente que no hay restricciones filosóficas o estéticas. La obra de arte no tiene que ser de un modo especial. Y éste es el presente y, como dije, el momento final en el relato legitimador. Es el fin del relato.*²⁷

²⁵ MATÍA, Paris; BLANCH, Elena; DE LA CUADRA, Consuelo; et al. *Procedimientos y Materiales en la obra Escultórica*. Gallego, Rosa (ed.); Matía, Paris (coord.). Madrid: Ediciones Akal, S.A., 2009, p. 15.

²⁶ GONZÁLEZ VICARIO, M^a Teresa. *La práctica artística del escultor contemporáneo y los materiales. Espacio, Tiempo y Forma. Serie VII, Hª del Arte*. Departamento de Hª del Arte. UNED. 1997, núm. 10, p. 310.

²⁷ DANTO, Arthur C. *Después del fin del arte. El arte contemporáneo y el linde de la historia*. 5ª Ed. Barcelona: Paidós Estética, 2015, p. 81.

El creador contemporáneo no es un reflejo universal de su tiempo, tan sólo lo es de parte de su tiempo, y la proyección escultórica no puede encorsetarse en la exclusiva utilización de un cierto número de herramientas o productos de última generación.

Las técnicas escultóricas se encuentran integradas y cohesionadas con el lugar de trabajo. La práctica de un cierto número de técnicas es en gran medida responsable, como ya se ha comentado en alguna ocasión, de la organización y el equipamiento en materia de infraestructuras del taller. El maestro Venancio Blanco, en su discurso de investidura como académico, alude a las técnicas escultóricas, refiriéndose a ellas como *instrumentos*²⁸ del escultor para expresar su personalidad. Tal consideración puede que incluso no haga total justicia al servicio que estos medios hacen al escultor y a su obra.

Siguiendo el símil, si tomamos al músico como referente, reconoceríamos que su instrumento es el medio con el que se expresa y, en cierta medida, materializa sus piezas. Y aún supone más esa elección, pues toda la obra musical quedará impregnada de las cualidades de ese instrumento. También el artista se contagia de él a través de la práctica continua, generándose un fuerte vínculo entre ambos. En ocasiones es sencillo distinguir a un pianista de un violinista sólo por su modo de sentarse o la fisonomía de sus manos, muestras de una relación intensa entre él y su instrumento de trabajo.

Como hemos adelantado, en los tiempos que corren el artista plástico puede disponer de una gran orquesta de materiales y técnicas, siendo su labor más parecida a la del director de orquesta que a la de un músico solista. No debe sorprendernos que en muchos casos no exista relación física entre él y su obra. La escultura ha dejado de ser exclusivamente un producto manufacturado íntegramente por el escultor, y son muchas las ocasiones en las que éste delega la materialización de su proyecto a empresas especializadas –o se hace con productos ya resueltos por la industria-. Pero en honor a la verdad, hemos de reconocer que recurrir a esas empresas supone un alto coste, lo que las convierte en un recurso puntual para obras de cierta envergadura para las que se disponga de un sólido respaldo económico.

El escultor que calificamos *comprometido con el proceso*, sigue teniendo cierta necesidad por encontrar esa reciprocidad con la técnica, y tanto el taller como la obra escultórica mostrarán vestigios claros de la relación. Él no es el único que se refleja y participa en la pieza escultórica, ésta se encuentra íntimamente ligada al taller y al conjunto de procesos que hicieron posible que cobrara presencia física. El escultor interviene y reestructura su lugar de trabajo generando un espacio tan personal e individualizado como su propia producción artística.

²⁸ BLANCO MARTÍN, Venancio; CAMÓN AZNAR, José. El Taller. Discurso leído por el Ilmo. Señor Don Venancio Blanco Martín en el acto de su recepción pública y contestación del Excmo. Señor Don José Camón Aznar. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Madrid, 6 Noviembre 1977, p. 11.

Muchos de los recursos técnicos introducidos en el taller no fueron pensados específicamente para la producción artística. La disciplina escultórica, como muchas otras, ha sabido aprovechar los avances técnicos del sector industrial y los nuevos planteamientos tecnológicos, integrándolos en su dinámica de trabajo. Hoy podemos disponer de un gran número de herramientas mecánicas: sierras circulares, sierras de calar, lijadoras eléctricas, amoladoras, *ingletadoras*, taladros,..., un equipamiento originado en un principio por las necesidades técnicas demandadas por un fuerte crecimiento empresarial bastante especializado. Estos productos fueron mejorando su eficacia, modificando su ergonomía, se simplifican los diseños, se abaratan costes y se cubren cada vez mejor las necesidades de un sector particular, un sector menos profesionalizado y más doméstico. Por ejemplo, uno de los acercamientos más notables del campo de la escultura hacia la tecnología industrial fue el de apropiarse de los equipos de soldadura con fines artísticos. Tenemos el modélico caso de Julio González, quien en 1918 entra como aprendiz soldador en la calderería de la compañía Soldadura Autógena Francesa y aprende una de las técnicas más representativas de su trabajo como escultor²⁹. Pocos años antes, entre 1904 y 1907, el sueco Oscar Kjellberg –fundador de la compañía ESAB– patenta el primer electrodo revestido. Tras el descubrimiento de la corriente alterna por C.J. Holslag, en los años 30 empieza a popularizarse la soldadura con electrodo grueso-revestido a nivel industrial. Otro de los contactos notables de la escultura con la soldadura fue a manos de un técnico especializado en la materia y en plena expansión técnica del sector. David Smith, a mediados de siglo, tomará el camino ya iniciado por Julio González y, gracias a su trabajo como soldador en la industria bélica de su país durante la Segunda Guerra Mundial, dispondrá de un repertorio de materiales y maquinaria ajenos hasta el momento al campo de la escultura³⁰.

*Al acomodo con cada máquina herramienta y su método se llega a través del uso. La construcción de la totalidad desde sus partes se hace mediante un cambio de máquinas herramientas que es bastante consciente. La máquina herramienta se convierte en instrumento de la estética en el arte de la adicción.*³¹

Hoy por hoy pueden conseguirse equipos de soldadura –por poco más de 102 €- con potencia suficiente para permitir grandes trabajos escultóricos realizados a base de planchas de hierro soldado y cuyo diseño se ha visto tan simplificado que pueden transportarse con una sola mano y colocarse en cualquier rincón de nuestro taller.

A pesar de todo, integrar la fundición artística en el taller no deja de ser una apuesta complicada. Si no conocemos nuestras limitaciones y necesidades, pueden realizarse

²⁹ MAQUEDA PÉREZ, M^a Angeles. El metal como elemento renovador de la escultura en el siglo XX. En En: VV. AA. *¿Qué es la escultura moderna?: del objeto a la arquitectura*. Madrid: Fundación MAPFRE, Fundación Cultural MAPFRE Vida, 2003, p. 67.

³⁰ MATÍA, P.; BLANCH, E.; DE LA CUADRA, C.; et al. *Procedimientos y Materiales en la obra Escultórica*, p.56.

³¹ SMITH David, Valencia, IVAM, Centre Julio González, 1996, p. 82.

cambios estructurales innecesarios o adquirir equipos especializados que supongan un coste en absoluto rentable para un escultor. La inversión ha de ser coherente con la obra escultórica que se esté llevando a cabo.

Es por ello que el presente trabajo apela al desarrollo de un análisis, lo más apropiado posible, de todas aquellas versiones en fundición artística admisibles en un lugar como el taller de escultor. Sin embargo, su viabilidad no implica su factibilidad. Como aclararemos a medida que avance el proyecto, el *taller de escultor* es un espacio complejo y las técnicas en fundición diversas, lo cual hace necesario ese proceso de examen y evaluación sobre aspectos tanto técnicos como plásticos. La fundición artística no desplaza –o no debe desplazar– al resto de técnicas del taller, ha de acomodarse, buscar su lugar y estar a disposición del escultor.

1.3. El escultor-fundidor.

En nuestro trabajo analizamos una de las técnicas más longevas de la historia de la escultura que ha experimentado durante muchos años una desvinculación casi total del taller de escultor. Como apunta el profesor Dr. José Antonio Aguilar en su trabajo de tesis, en el siglo XIX encontramos muy pocos casos de escultores que practiquen la totalidad del proceso de fundición artística en su ámbito de trabajo³². Sin embargo, esta actividad experimenta desde hace unos años un proceso evolutivo similar al experimentado por la soldadura, como expusimos en un ejemplo.

La presencia de nuevos materiales en las prácticas en fundición artística, como la cascarilla cerámica (ing. Ceramic Shell) o el poliestireno expandido, pueden simplificar considerablemente los procesos técnicos en fundición y hacer que su práctica requiera un equipamiento e infraestructura de mínimos -que en la mayor parte de los casos pueden ser *autoconstruidas* por el propio artista-.

A continuación se recogen algunos factores que han contribuido al crecimiento de la práctica de la fundición artística en estos últimos 20 años³³:

1. Iniciativas formativas oficiales (públicas).

La aparición del contenido de fundición en nuestro territorio como materia de enseñanza, -en las facultades de Bellas Artes y en las Escuelas de Artes y Oficios Artísticos (aprobándose incluso un ciclo formativo en fundición)- ha convertido al período en el que vivimos en el de mayor ejercitación de este lenguaje por los propios escultores.

2. Iniciativas formativas privadas.

Cronológicamente anteriores a la irrupción de esta disciplina en la Universidad, ya que hemos constatado propuestas desde 1980. Son ofertas que se caracterizan en la gran mayoría de los ejemplos por partir de escultores que desempeñan o han asumido actividades en distintos niveles de las enseñanzas artísticas.

3. Aparición de nuevas técnicas que simplifican y posibilitan el acceso al medio.

En este punto son fundamentales dos técnicas, vinculadas cada una de ellas a los dos procedimientos esenciales de fundición: por un lado, en lo que respecta a la cera perdida, la cáscara cerámica; y por otro, revitalizando el campo de la fundición a la arena, el moldeo químico.

J. A. Aguilar menciona y analiza dos figuras bastante interesantes en su tesis doctoral; la figura del *fundidor-escultor* y la del *artesano-fundidor*. Se trata de la unión de conceptos personificados en una misma persona. Este tipo de perfiles profesionales posee cierto

³² AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*. [Tesis doctoral sin publicar]. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2001, p. 42.

³³ Ibídem, p. 45.

parentesco con los de tiempos arcaicos donde el oficio de herrero y las funciones de chamán eran frecuentemente llevados a cabo por el mismo individuo en la comunidad.

Ya hemos visto que, en las últimas décadas, la fundición artística ha sabido crecer mirando directamente al escultor y superando determinadas etiquetas que asfixiaban, en cierta forma, las posibilidades plásticas que sin duda ofrece al artista de hoy. La fundición, que surgió del ámbito del trabajo escultórico y que terminó especializándose, y convirtiéndose en un sector empresarial profesionalizado con cierto distanciamiento con el escultor, vuelve hoy a tenderle las manos a quien desee recibirla en la intimidad de su taller.

Queremos dejar claro que en nuestro proyecto no existe pretensión alguna de separar al escultor de las fundiciones artísticas profesionales, que tanto han aportado a la escultura y que tanta falta hacen. La solícita relación surgida entre el escultor y el artesano ha sido muy beneficiosa para ambos. Muchos artistas buscan estar presentes durante prácticamente todo el proceso de fundición, desde su reproducción en cera –interviniendo en la puesta a punto del modelo a fundir-, hasta el acabado final con la pátina. Las empresas suelen ser conscientes del valor intrínseco en estas colaboraciones entre artista y técnico. Algunas fundiciones profesionales ofrecen al escultor un taller en sus propias instalaciones, para que lleven a cabo su trabajo artístico conjuntamente con los técnicos.

Los fundidores profesionales son una fuente inestimable de conocimientos y veremos que incluso pueden llegar a ser un referente ineludible en el escultor atraído por esta técnica. Avalados por una gran experiencia y, lejos de haberse convertido en un gremio intransigente y opaco, el escultor puede encontrar en ellos un gran apoyo tanto técnico como artístico en ocasiones. El contacto con estos profesionales enriquece el concepto escultórico de muchos autores. Al observar directamente cada fase de trabajo y adentrarse más en los requerimientos técnicos de esta actividad, el escultor se expone a encontrar posibilidades plásticas en todo ello e integrarlas en su trabajo.

Esas aportaciones dan un sentido positivo a la implicación total por parte del artista en un proceso técnico. Si el escultor decide incorporar una actividad como la fundición a su lugar de trabajo ha de ser consciente de que es para satisfacer una necesidad como artista y no terminar siendo absorbido por los nuevos recursos.

Podría decirse que existe una estrecha franja fronteriza entre el escultor-fundidor y el fundidor artístico; es decir, de quien se sirve de la fundición como instrumento para expresarse escultóricamente, y de quien se dedica profesionalmente a la fundición y de vez en cuando funde algo suyo. Y debemos tener cuidado con esa franja, tener claro a qué lado estamos de ella.

Hay objetivos en esta tesis muy sencillos, como dar respuestas la necesidad de algunos escultores de disponer de todo lo necesario para llevar a término su obra en metal fundido. Éste puede no conformarse con tener un proyecto minuciosamente planteado y terminar ante su obra con cierta desazón por no haber estado en toda su gestación. Numerosos grabadores o fotógrafos afrontan su trabajo sin recurrir a un taller ajeno para concluir lo

que empezaron, del mismo modo el escultor puede encontrar esa necesidad e incluso considerar la técnica escultórica como un signo identificativo. Lo cierto es que se trata de una actividad compleja, que requiere de unos conocimientos técnicos superiores que faculten el paso de ciertos materiales de tránsito al definitivo, pero es asumible.

Hemos invertido el orden en la ligazón de conceptos, de *fundidor-escultor* a escultor-fundidor sin más ambición que la de priorizar el perfil escultórico de nuestro artista modelo de estudio.

El *Escultor-Fundidor*, pues, es quien hace uso de sus conocimientos en fundición para llevar a cabo su obra escultórica de principio a fin, ejecutando personalmente todo el proceso de materialización. Es el hombre, el artista y el artesano que en lo íntimo de su taller encuentra en la fundición artística una técnica con muchas posibilidades plásticas.

CAPITULO II

2. EL TALLER: UN “CRUCE” ENTRE LO MATERIAL, LO HISTÓRICO Y LO IMAGINARIO

El título de este apartado toma prestada una frase del arquitecto y doctor D. Adolfo Benito Narváez-Tijerina, frase y contenido por los que nos sentimos atraídos pues apreciamos en su artículo “Lo imaginario y la materialización del lugar habitado” una estructura teórica similar a la que deseamos para nuestro proyecto. Cuando el Dr. Adolfo Benito habla en dicho artículo del *lugar* como un espacio definido por los objetos reales –hechos físicos- y la memoria del habitante –hechos de la imaginación- sabemos que tiene su mirada puesta en proyectos arquitectónicos y urbanísticos³⁴ pero, ¿no ocurre del mismo modo al analizar un lugar como el taller de escultor? La definición de un espacio de trabajo como el nuestro está tan influenciada por la particular imagen que tenemos los escultores de él como influenciada está la ciudad de la visión que los ciudadanos proyectan de ella.

Si bien la antropología se encuentra lejos del perfil académico de esta tesis, sí podemos plantearnos un enfoque de cierto carácter sociocultural. Es decir, estamos situados dentro de un colectivo concreto -el de los escultores- y cualquier análisis de su espacio, costumbres, actuaciones, tradiciones, mitos, creencias... etc. se aborda desde una perspectiva interna, lo cual nos hace formar parte de un proceso de investigación común a esa disciplina.

³⁴ BENITO NARVÁEZ-TIJERINA, Adolfo. Lo imaginario y la materialización del lugar habitado. *Nodo. Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*. Julio-Diciembre 2013, vol. 8, nº15, p. 8.

2.1. Desde el exterior al interior: Situación del *espectador-visitante* ante el taller de escultor.

Sabemos que es frecuente conocer el espacio de trabajo de otros artistas, bien por visitar a un conocido, bien por dejarse llevar por la curiosidad profesional. En una ciudad como Sevilla sin ir más lejos, cualquier hijo de vecino, residente temporal, turista y en general cualquier devoto aficionado puede tener la oportunidad de conocer a escultores e imagineros locales viéndolos trabajar *in situ* en su taller. En Sevilla será entre corralones e imagineros donde la tradición embriague al curioso y en Valencia será en las naves donde la sátira juegue con él, entre poliestireno, cartón piedra y escultores falleros. Internet, en ambos casos, recoge un buen número de ofertas turísticas donde se cuenta con estos espacios de interés cultural para definir las rutas.

Hay quien busca el encuentro expresamente en estos espacios, con el objeto de investigar desde el lugar de origen la obra de un artista consolidado, mientras que otros lo hacen con ánimo divulgativo para acercarlo a otros espectadores interesados, y que conozcan mejor lo que se cuece en un taller de estas características. Una aproximación al interior desde el exterior, influenciada previamente por la situación, intencionalidad o disposición del visitante ante ese espacio, lo que allí sucede o quien lo habita.

A continuación analizaremos algunos casos en los que se aprecian diferencias en este sentido, es decir, en la actitud del espectador ante el objeto observado, en este caso un lugar.

2.1.1. “Voyeurismo” a las puertas del taller: *Periodistas, amistades e Investigadores.*

En otro apartado de este trabajo hemos leído algunos artículos seleccionados de la revista *Descubrir el Arte*, textos en clave de entrevista. Estar cara a cara con el artista, en su propio terreno, lo hace todo más interesante, pues sin preguntar nada, sin decir nada, sólo con estar ahí parece haberse conseguido penetrar en parte de su personalidad –aunque se sigan necesitando respuestas-. Por supuesto, existen otros muchos documentos a través de los cuales se puede ojear levemente las interioridades de un taller de escultor, como pueden ser textos biográficos o alguna que otra obra literaria.

Kosme de Barañano, por ejemplo, visita al artista Miquel Navarro en su estudio de Siete Aguas, al norte de Valencia, en compañía del fotógrafo Juan García Rosell y en su introducción define el reportaje como la unión entre el *voyeurismo de la fotografía* y el *dato escueto, contextualizador*, de sus textos. Según Barañano el ojo mecánico de Rosell, *multiplica la imagen (del taller) en una disgregación, en un discurso que transmite el lugar*

*del artista, que lo dobla o redobla. (...) es un diálogo, o una entrevista, que pone en perspectiva el estudio y la residencia, los lugares de la alquimia en la que se produce la obra artística. (...) el poder de la imagen del fotógrafo es el del lenguaje de la arquitectura, el de la configuración. La entrevista del fotógrafo define al observar el modo de la trayectoria del artista y las condiciones de posibilidad en las que nace su obra*³⁵.

Interesante metáfora la del “voyeurismo”. Los nuevos medios de comunicación y entretenimiento, en cierta forma, han dejado al descubierto ese interés por lo ajeno a escala mundial, lo cual ha motivado que algunos lleguen a afirmar que *todos somos un voyeur en potencia*³⁶. Hoy día tal vez se trate de un impulso natural, socialmente asumido.

*Se podría hasta decir que la industria light del espectáculo está montada sobre el morbo de divulgar los secretos personales. Vivimos la era donde el secreto se volvió industria. Y por esa vía, tanto las revelaciones del poder como las telenovelas de la farándula comparten mayores sintonías. Explotar el costado morboso del público es una vieja y exitosa fórmula comercial, pero también un modo de conocer los resortes más vulnerables de la sociedad. ¿Cómo se explica, de otro modo, la implacable persistencia de un espectador de reality-shows que se instala durante horas frente a la pantalla, en un intento por registrar alguna escena que contenga una dosis de sadismo, algún desnudo, una fuerte discusión entre los participantes o un acercamiento sexual más o menos explícito? En este tipo de espectáculos, todos los pecados capitales quedan registrados por la cámaras en crudo, ante la mirada de un espectador que no deja de reconocerse y/o rechazarse, verdadero fisgón complacido ante las debilidades, las miserias, intrigas e intimidades ajenas. Los reality-shows se han constituido en una auténtica explotación del placer voyeur, y han instalado otro voyeurismo de carácter multimedial, en donde no sólo se disfruta del exhibicionismo genital sino del mundo psíquico de cualquier persona.*³⁷

Por supuesto, la carga sexual se encuentra prácticamente excluida de esta fórmula pero, en cualquier caso, esta manera de definir el encuentro entre observador y taller suscita varias preguntas, como por ejemplo: ¿A qué se debe el impulso de *mirar* en estos espacios?, ¿qué provoca ese deseo en muchas personas, en principio ajenas al colectivo de escultores? o ¿qué relación se establece o subyace entre el observador y lo observado que provoque esa atracción? Quizás se trate sólo de un impulso natural -como hemos dicho- del observador de hoy pero puede deberse a algo más. Está el papel que desempeña la persona que habita ese lugar: el escultor. ¿Puede ser la imagen que de éste posee el visitante la causa de ese interés?, ¿o tal vez se trate del propio oficio de escultor?

En ocasiones es la amistad quien abre las puertas de muchos talleres. Al cabo de los años puede surgir el impulso de hacer pública la amistad con un escultor entre las tapas de un

³⁵ BARAÑANO, Kosme de y GARCÍA ROSELL, Juan. *Miquel Navarro. El artista en su taller*. Madrid: TF Ediciones, 2003, p. 8-9.

³⁶ VIGALONDO, Nacho. Nacho Vigalondo considera que "todos somos un voyeur en potencia". *El Diario.es. Cultura y Tecnología* [en línea]. 2014.

³⁷ COCIMANO, Gabriel. Inercias de la sociedad voyeur. El sujeto-espectador en la era actual. *Revista TEXTOS de la CiberSociedad*. 2005, nº 7.

libro, en cuyas páginas no puede evitarse reservar algunos pasajes para describir esos lugares donde nace y crece una pieza escultórica.

Ése parece ser el caso de Daniel Lelong quien cultivó una buena relación con Alexander Calder. En su pequeña publicación, titulada *Con Calder*³⁸, este galerista y editor francés cuenta con tono intimista cómo era el artista en su trato y regala al lector algunos fragmentos descriptivos de los espacios donde vivía y donde daba forma a sus ideas. Se transmite una imagen de Calder *cordial y jovial*, y se destaca en varias ocasiones la locuacidad y ocurrencia demostrada en sus conversaciones, entre ambos o con terceros, -al parecer no daba puntada sin hilo en sus intervenciones-.

Daniel Lelong relata así su experiencia durante la primera visita a Tourainen, en Saché:

La casa resultaba sorprendente: se entraba a pie llano en una gran sala que daba a una especie de cueva cavada directamente en la roca. Era una casa un poco prehistórica, (...).

Aquella sala, a pesar de que las paredes estuviesen encaladas desde hacía tiempo, parecía más bien oscura y húmeda. Sin embargo, conservo la profunda sensación de una gran orgía de colores dispuestos desordenadamente que daban a aquel cuarto una calidez inolvidable.³⁹

Acto seguido, pone su atención en el taller de Calder, situado muy cerca de la casa:

El estudio estaba situado justo enfrente de la vivienda. Se accedía a él cruzando el pequeño patio empedrado. El edificio estaba formado por una estructura metálica pintada de gris, una especie de gran cristalera, con el techo muy alto, que debía medir unos siete metros de largo. Era allí donde Calder solía trabajar y crear los móviles y las maquetas para los stabiles. (...) lo que resultaba fascinante de aquel lugar de trabajo era el resultado del indescriptible desorden que allí reinaba: a la derecha de la puerta de entrada, sobre una gran mesa de trabajo, se amontonaban pinzas, martillos, limas, trozos de hojalata, botes de pintura, pinceles, obras en curso y objetos abandonados y polvorientos. Obviamente Calder era el único capaz de gestionar aquel desorden, (...).

Nada de música, ningún colaborador, una tranquilidad alterada únicamente por el ruido del material desplazado, del latón martilleado y de algunas sonoras carcajadas.

En el aire, una intrincada red de hilos y poleas, de móviles, algunos acabados y otros no, de pesas y contrapesas, daban al estudio el aspecto de una enorme tela de araña en cuyo centro un hombre con camisa roja disfrutando dejándose atrapar⁴⁰.

En la presentación por escrito de estos espacios, las primeras observaciones del autor suelen centrarse en su estructura arquitectónica, desde una posición objetiva se menciona, con cierta brevedad, las características físicas del taller, para después dejarse llevar por impresiones más subjetivas.

³⁸ LELONG, Daniel. *Con Calder*. Milena Busquets (Trad.). Barcelona: Editorial Elba, 2012.

³⁹ *Ibidem*, pp. 10-14.

⁴⁰ *Ibidem*, pp. 14-15.

La sorpresa ante el desorden imperante en este tipo de lugares es más común de lo que pudiésemos pensar desde dentro del colectivo de escultores y precisamente Daniel Lelong no oculta su fascinación ante el panorama *des-organizativo* de Calder.

Alexander Calder disponía también en Saché de un espacio “*más modesto*”, al que en el texto se le dedica una cariñosa descripción, donde el artista realizaba sus pinturas y dibujos⁴¹. Una antigua pocilga reconvertida en estudio artístico y que Calder llamaba a modo de juego de palabras la “*Gouacherie*”. Cuando llega el turno de mencionar otro de los espacios de trabajo del escultor, el estudio de Roxbury, en Estados Unidos, David Lelong escribe⁴²:

Me parece interesante subrayar que Calder, como muchos de nosotros, viajaba con su casa a cuestas. En efecto, en Roxbury, donde residía cuando estaba en Estados Unidos, había un estudio-cristalera del mismo estilo que el que tenía para trabajar en Saché, y la casa donde vivía tenía la misma atmósfera al entrar que François Premier. La siderurgia de Waterbury, dirigida por Carmen Segre, recordaba también a los Établissements Biémont de Tours.

Tal vez estemos ante una circunstancia común entre aquellos escultores con una dinámica de trabajo concreta –en cierta forma, también lo apunta el autor-. Si las necesidades, de cara a su lugar de trabajo, son permanentes o se mantienen estables ante la organización espacial y el equipamiento técnico, la organización o estructura de los talleres de un mismo escultor tiende a ser muy parecida, algo que observaremos claramente al analizar la distribución de espacios ante la presencia en el taller de una actividad como la fundición artística.



4. Izq.: Alexander Calder junto a su mujer, en una de las estancias de su casa de Touraine, en Saché; Der.: Calder trabajando en su taller de Roxbury.

⁴¹ Ibídem, p. 16.

⁴² Ibídem, p. 20.



5. Venancio Blanco, posando junto a crisol, maneral, pinzas y algunas de sus piezas en el taller de Maria de Molina, Madrid, 1959.

2.1.2. *Venancio Blanco: Testimonio vivo de la relación entre el taller, el escultor y la fundición artística.*

El propio artista es en ocasiones quien a lo largo de su vida encuentra en el taller un importante campo de reflexión. Es el caso, por ejemplo, del escultor salmantino Venancio Blanco, quien -como señala Nuria Urbano- ha dedicado al taller gran parte de su *teoría estética*⁴³.

Ese interés por parte del artista termina convirtiéndose en motivación para quienes están próximos a él. De esa motivación surgen publicaciones como “Teoría y espacio en el taller del escultor Venancio Blanco”, libro que recoge un buen número de citas del maestro, ofrece un interesante recorrido por su trayectoria profesional, nos habla de su relación con la materia, con su espacio de taller, con el dibujo, la escultura, de su personalidad,...etc.

*El taller es un lugar de encuentro diario con las ideas para darles forma. Un lugar de trabajo, donde se viven sueños y cobran realidad tus ilusiones. Un espacio que genera satisfacción y anima a seguir luchando en algo que elegiste como aventura: ser escultor.*⁴⁴

La primera vivienda del escultor, tras su paso por la escuela de Bellas Artes, fue un pequeño piso compartido en la calle Serrano de Madrid, “un tercer piso donde dormía y trabajaba”. Tras once años de actividad escultórica moderada, centrada básicamente en pequeños encargos de restauración y objetos decorativos, le surge la oportunidad de trasladarse a María de Molina, un conjunto de talleres donde trabajar cómodamente, rodeado de otros artistas. Será en este espacio donde Venancio realice sus primeras fundiciones junto a su hermano Juan⁴⁵. La relación de Venancio Blanco con la fundición artística y su interés por el taller lo convierten en un ejemplo idóneo para nuestro proyecto):

*Había trece o catorce estudios y aquello desapareció. ¡Qué pena! Y yo, el taller estupendo y bonito del pintor, lo transformé en carpintería. (...), cuando llegó el bronce, cuando llegaron los hornos de las rosquillas, hasta que olía a rosquillas, te podías imaginar. Todas las piezas pequeñas están fundidas allí. Aquí no, aquí lo quise hacer pero aquí ya había el problema de vecinos porque tenía que sacar el humo. Allí era un jardín, una zona baja, Juan se levantaba a las cinco de la mañana, encendía el horno, y cuando la gente despertaba ya casi estaban las rosquillas a punto. Porque los primeros momentos de los gases eran incómodos.*⁴⁶

(...), el taller, dedicado antes a la madera y al pan de oro, se transforma en una pequeña fundición (...) El yeso, el bronce, los humos... Pero en esa nebulosa de cosas, por así decir desagradables,

⁴³ URBANO CAMBRONERO, Nuria y RUÍZ QUIRÓS. *Gerardo Teoría y espacio en el taller del escultor Venancio Blanco*. Salamanca: Fundación Salamanca Ciudad de Cultura, 2008, p. 131.

⁴⁴ *Ibidem*, p. 132.

⁴⁵ *Ibidem*, pp. 133-136.

⁴⁶ Entrevista a D. Venancio Blanco. Madrid, 2011.

*aparece la escultura. Y aparecía en un horno que habíamos construido y por el que pasaba doce o catorce piezas pequeñas.*⁴⁷

Después de María de Molina, en 1964, Venancio se traslada definitivamente al taller de la Calle Cañas. No llega a fundir nunca en este nuevo espacio, ya que en un principio seguía contando con el patio de María de Molina y años más tarde, tras la muerte de su hermano Juan en 1988, Venancio empieza a trabajar las piezas colaborando con fundiciones artísticas como las de Capa y Fademesa⁴⁸.

Nosotros hemos tenido la oportunidad y la suerte de visitar personalmente el taller de la Calle Cañas. En 2011 y con motivo de recabar información para el proyecto de investigación previo a esta tesis –la tesina-, nos desplazamos a Madrid, donde el escultor nos recibió con los brazos abiertos. Nos acercamos al taller de Venancio desde la admiración. Este doctorando conoce al artista desde hace unos ocho años, tras asistir en varias ocasiones a los cursos de verano coordinados por el maestro en Priego de Córdoba. En un principio nadie diría que un edificio situado en un área residencial como el de la Calle Cañas pudiese albergar ese tipo de espacios. Cuando llevas un rato en los talleres olvidas por completo que te encuentras en el interior de un enorme bloque de pisos, en plena ciudad de Madrid.

Hoy Venancio Blanco mantiene dos de los cuatro talleres activos en el 64. En su primer *estudio* el escultor realiza actualmente sus trabajos en yeso y madera. Con cierta separación del edificio de vecinos, lo que le otorga algo más de independencia con el resto de talleres, el escultor se sintió atraído por él desde un principio por sus dimensiones -mayores que las del resto y con una altura destacable que le permite plantear piezas de mediano-gran formato -, y por su buena iluminación -*luz cenital*-⁴⁹.

El blanco predomina en toda la estancia. Sobre una mesa pueden verse fragmentos de escayola, espátulas, una caja de carboncillos y otros útiles de dibujo; si alzamos la vista, en el altillo, un escritorio con réplicas clásicas, estanterías cargadas de moldes -apilados unos sobre otros-; esculturas acabadas descansan sobre un pedestal, rodean la zona de trabajo y se reparten por la habitación, entre cajas llenas de documentos, libros...; material de embalaje y estructuras de madera –que recuerdan el traqueteo de alguna de esas obras por el mundo- piezas en cera...etc.

El suelo está cubierto de yeso y viruta. Una copia en madera del “Cristo que vuelve a la vida” preside el centro del taller. El escultor se encuentra junto a esta pieza mientras nos enseña el espacio y en un momento dado no puede evitar tocar, acariciar la obra. Deposita un poco de carbón en el rostro del Cristo y lo extiende con el dorso de su mano, luego coge un pequeño raspín e interviene brevemente en la talla, hablando mientras tanto de la importancia que tiene la comunicación entre la pieza, el artesano y el artista. Entre placas

⁴⁷ URBANO CAMBRONERO, N. y RUÍZ QUIRÓS, G. *Gerardo Teoría y espacio en el taller del escultor Venancio Blanco*, p. 136.

⁴⁸ *Ibíd.*, p. 108.

⁴⁹ *Ibíd.*

de escayola, sacos de yeso, mesas de trabajo, estanterías, tablas y listones de madera, cartones, esculturas -terminadas o en proceso-, etc... la zona de trabajo se ve reducida considerablemente, aun así hay un espacio reservado suficientemente amplio para que el artista trabaje.

La segunda estancia fue adquirida por Venancio Blanco en los ochenta, se trata del antiguo taller de Jesús Valverde. Es donde hoy el maestro trabaja sus modelos en cera y pasa horas dibujando. Un viejo sofá, una mesa camilla, unas sillas y un viejo escritorio en desuso son los primeros en recibir al visitante. Junto a la puerta, a mano izquierda, una peana blanca de unos 120cm de alto está siempre dispuesta a que el maestro coloque sobre ella un jarrón de flores, una figura en cera, una pieza de fruta o cualquier otro pretexto que lo anime a comenzar a dibujar.

Sobre una enorme mesa de madera podemos ver multitud de dibujos, cuadernos, papeles sueltos, varias piezas en bronce, otras en cera aún, entre ellas un Quijote con los brazos abiertos, montado en Rocinante, un resucitado, varios crucificados, peregrinos, dos cajas de colección de CD de música clásica... Bach y Mozart. Esta mesa es el centro visual -que no físico- del taller. A la derecha, encontramos el rincón más luminoso de todo el espacio, el epicentro de trabajo del escultor.

El rincón de la cera

En uno de los ángulos del taller, próximo a la luz natural, un alto caballete de escultor, con la parte superior giratoria para facilitar el trabajo en torno a la pieza. A su alrededor, palillos y cera. Espátulas y colas de ratón. El suelo cuajado de gotas de cera de distintos tonos. Involuntario expresionismo abstracto en la pared. Ése es el rincón de la soledad del taller, donde Venancio se encuentra más consigo mismo y las horas dejan de tener sesenta minutos; donde el dibujo se hace volumen y el espacio y la materia construyen la palabra escultura.⁵⁰

Junto a la mesa, en el extremo opuesto a la entrada, podemos ver un tórculo, también cubierto de documentos y con una pieza en cera.

Nos sorprende una gran mufla arrinconada en el fondo del taller, medio oculta entre dos o tres armarios clasificadores (estos abundan en la estancia). Entre estos armarios, varias peanas y, cubierto con una sábana blanca, el "Cristo que vuelve a la vida" -el primero de todos-, y con él, la presencia de su hermano Juan, quien siempre lo acompaña mientras trabaja.

Pero sin lugar a dudas, son las estanterías las que imponen más al entrar en el estudio. Una de las paredes, concretamente la del lateral derecho -tomando de referencia la entrada-, se encuentra ocupada casi en su totalidad por ellas, y cada balda sustenta un sinnúmero de piezas en bronce, cera, barro cocido, yeso...

⁵⁰ Ibídem, p. 162.



6. Taller de Venancio Blanco en la Calle Cañas. La mesa principal de la estancia, ocupada plenamente por dibujos y varias piezas concluidas o por concluir.

Cualquier persona que visitase por primera vez el taller de Venancio Blanco, se sorprendería –como lo hizo Daniel Lelong al entrar en el estudio de Calder– del *indescribable desorden que allí reina*, pero si de algo nos sorprendemos y admiramos quienes nos dedicamos a la escultura es de cuánto trabajo, de cuántas satisfacciones y sacrificios, de cuántos momentos de soledad y creación representa todo aquello.

Al fondo, a la izquierda, *en una zona de sombra, objetos y enseres hablan también de la vida*⁵¹. Un pequeño fregadero, varios platos, unos vasos, dos o tres cajas de fino... y una botella de anís con que recibir a las visitas. *Un café a media mañana o un mantel extendido para compartir esa amistad que hasta agradece que no haya servilletas. Una butaca donde soñar dormido después de tanto sueño despierto.*⁵²

⁵¹ Ibídem, p. 172.

⁵² Ibídem.



2.1.3. *El observador-visitante sobrecogido ante la atmosfera del taller.*

Otro tipo de relación es la que lleva al crítico de arte Michael Peppiatt a escribir su obra “En el taller de Giacometti”. Se trata de admiración... o más bien de una fuerte fascinación por la figura de este escultor, por su obra y su taller.

M. Peppiatt está considerado la máxima autoridad sobre los artistas Alberto Giacometti y Francis Bacon, cuyos espacios de trabajo han pasado a la historia por haber experimentado una auténtica metamorfosis ante la fuerte personalidad de sus ocupantes. Se trata de talleres que han jugado en el límite de su habitabilidad. Por ello son tan profundas y claras las palabras de este autor cuando habla de estos santuarios de la creación:

Para el artista, su taller es casi siempre el centro del universo. El espacio, la luz, lo que contiene, esté bien ordenado o esparcido por el suelo en un caos sugerente, sirven a un propósito concreto y presentan una serie de técnicas y métodos de trabajo muy particulares y casi siempre eminentemente personales. Con el tiempo, el taller se convierte en el refugio vital del artista, en un espacio irremplazable con el que establece una fuerte e intrincada relación a través del vínculo con el trabajo iniciado, abandonado o terminado a lo largo de los años.

Esto vale en general para la mayoría de artistas. Vale, en particular, para Alberto Giacometti.⁵³

Transcribimos el recorrido descriptivo que nos facilita M. Peppiatt por los espacios de trabajo del escultor una vez trasladado a Francia:

En 1924, después de haber pasado por varios hoteles y casas de huéspedes, se muda a un estudio en el barrio, que acabará convirtiéndose en el suyo, en el 72 de la avenida Denfer-Roches, justo detrás de Montparnasse. Este local espacioso, con techo alto y bien expuesto a la luz del norte, será el taller más práctico y cómodo de los que tendrá Giacometti. Pero no se queda en el mucho tiempo. Al año siguiente, en 1925, ya se ha trasladado a otro estudio cerca de allí, en el 37 de la rue Froidevaux, con vistas al cementerio de Montparnasse. El nuevo taller mide la mitad que el anterior, tiene techos bajos y poca luz. Diego, el hermano menor de Giacometti, llega en esta época y se va a vivir con él, de manera que el espacio para dibujar, pintar y modelar se reduce aún más.

A principios del año 1927 se traslada a un nuevo estudio en el 46 de la rue Hippolyte-Maindron, en una zona modesta de talleres artesanos, de pequeños comercios y restaurantes baratos del barrio popular de Alésia, a dos paradas de metro del bulevar de Montparnasse. (...)

Se encuentra en la parte delantera de un edificio destartado, construido a principios del siglo XX y convertido en una serie de improvisados talleres de artistas y pequeños apartamentos. Desde la calle, se entra por un portal desvencijado hasta un pasaje estrecho con talleres y viviendas a ambos lados. El taller de Giacometti es el primero de la izquierda.

Es un espacio pequeño, de no más de veinte metros cuadrados, pero tiene techos altos y un balcón estrecho de madera en la parte trasera al que se accede por una escalinata. También tiene un ventanal que da a un patio pequeño y lúgubre, orientado al norte. Tiene luz de gas, pero no

⁵³ PEPPIATT, Michael. *En el taller de Giacometti*. Clara Pastor (Trad.). Barcelona: Editorial Elba, 2010.

electricidad, y agua corriente sólo en el grifo que hay junto al lavabo comunitario del patio. (...) El taller está equipado con una estufa de carbón que calienta al tiempo que ahúma la estancia, y el mobiliario consiste en una cama, una mesa y un armario. (...) Alberto duerme en el piso de abajo, Diego en un colchón que a duras penas cabe en el estrecho balcón.

Pequeño, incómodo, incluso insalubre, de ahora en adelante este lugar cochambroso será el centro de la existencia de Giacometti hasta su muerte treinta años más tarde. (...) Cabe preguntarse por qué llega a entablar una relación tan estrecha, por no decir obsesiva, con un espacio tan anodino.⁵⁴

Pocas páginas tienen desperdicio en una edición como la de “En el taller de Giacometti”, y es difícil no seguir transcribiendo las palabras de su autor con respecto al taller de la rue Hippolyte-Maindron. Se trata de una de las lecturas más enriquecedoras de nuestro periodo de documentación. Michael Peppiatt aborda este pequeño ensayo desde la convicción de que el *taller-guardia*, como él lo define, de Alberto Giacometti es una parte indisoluble del escultor.



7. Dos imágenes de Alberto Giacometti en la rue Hippolyte-Maindron. Izquierda.: El escultor posa en la entrada principal del complejo parisino de talleres y apartamentos. Derecha: Giacometti llegando a la puerta de su taller.

El espacio adquiere entonces una entidad relevante. En una ocasión comenta cómo la relación existente entre otros artistas y sus respectivos talleres es consustancialmente diferente, aunque reconoce la atracción que éstos ejercen sobre muchos, prueba de ello es el interés demostrado por fotógrafos y periodistas del momento visitando estos espacios. Pone de ejemplo el taller de Picasso de la rue des Grands-Augustins, ampliamente

⁵⁴ Ibídem, p. 9-12.

fotografiado pero que sin la presencia del artista pierden su esencia. El taller-guarida de la rue Hippolyte-Maindron, sin embargo, es esencialmente Giacometti incluso sin la presencia del escultor⁵⁵.

A continuación, recogemos dos impresiones más relacionadas con el taller, que Michael Peppiatt incluye en su obra. El testimonio de Françoise Gilot *-que recuerda una tarde en la que ella y Picasso fueron a visitar a Giacometti-*⁵⁶:

Cuando entramos en el estudio de Giacometti me sorprendió el grado en que el aspecto físico del lugar recordaba la pintura de Giacometti. Las paredes de madera parecían estar impregnadas del color de la arcilla, casi hasta el punto de parecer construidas con este material. Nos encontrábamos en el centro de un mundo creado totalmente por Giacometti; un mundo formado por arcilla y poblado de estatuas, algunas de gran tamaño y otras tan pequeñas que apenas eran visibles.

Las notas de James Lord tras su visita al taller del escultor en 1952, en las que detalla minuciosamente cuanto se encontraba en la estancia:

(...) El taller de Giacometti está en la esquina con la rue du Moulin-Vert, en una especie de complejo, algunas partes de una sola planta y otras de dos o tres pisos, en conjunto con el aspecto de haber sido compuesto de cualquier manera con pedazos de madera vieja y mucho chicle. Nada que ver con la imagen romántica de la bohemia. Es decir, una barraca. Esto contribuye al efecto sorpresa, como si el artista quisiera impresionar deliberadamente al visitante con la miseria casi sórdida del escenario. O impresionarse al él mismo, quién sabe. (...) así como el exterior era sorprendente, el interior resultó ser absolutamente asombroso.

*Había un par de sillas, de las que se encuentran en los cafés. (...). El taller era pequeño y estaba abarrotado de cosas. Era difícil imaginar cómo algunas de las esculturas de tamaño natural podían salir de un espacio tan limitado. Una gran ventana con algo parecido a una cortina que cuelga del tercio inferior ocupa la pared norte y debajo del ventanal hay una mesa llena de botellas vacías, decenas de pinceles usados, varias paletas y unas cuantas esculturas de yeso rotas. Hay un solo caballete bastante grande con dos taburetes bajos de madera; contra la pared, un armario de madera amarillo con la puerta que se cae a trozos. Al lado del armario, unos estantes con carpetas apiladas, y en la esquina, la cama, vieja, cubierta de montones de periódicos, libros, dibujos y unas cuantas pinturas apoyadas contra la pared. Hay otra serie de estantes que contienen muchas esculturas diminutas en la parte superior y cartones para dibujar apoyados contra la parte inferior, en el suelo. Hay una estufa panzona con un tubo largo y negro que llega hasta el techo. Debajo de la escalera estrecha y empinada que sube al balcón, una vieja cómoda desbaratada. Tres bases para esculturas y un par de taburetes altos. Un mapa grande de Europa clavado en la pared al pie de la escalera. Algunas cabezas aquí y allá pintadas directamente sobre las paredes. El suelo de cemento está sembrado de colillas y cerillas calcinadas. Todo está cubierto por una capa de polvo. Hasta la luz es polvorienta.*⁵⁷

Y por último, la experiencia de Simone de Beauvoir:

⁵⁵ Ibídem, p. 19.

⁵⁶ Ibídem, p. 26.

⁵⁷ LORD, James. *Some Remarkable Men: Further Memoirs*. Nueva York: Farrar, Straus & Giroux. 1996, pp. 198-200.

Ayer vi su casa y realmente da miedo. En un encantador jardincillo escondido tiene su estudio, cubierto de yeso en la parte en la que trabaja, y él vive al lado, en una especie de hangar grande y frío, desprovisto de muebles y de provisiones, con las paredes y el techo desnudo. Hay agujeros en el techo por los que entra la lluvia, que cae en los cubos y las jarras dispuestos en el suelo para recogerla y que ¡también están agujereados! Trabaja quince horas al día, sobre todo de noche, y cuando te lo encuentras lleva siempre la ropa, las manos y el pelo manchados de yeso; trabaja con frío, las manos heladas y cubiertas de yeso. Vive con una chica joven a la que admiro mucho por ser capaz de aceptar ese tipo de vida.⁵⁸



8. Alberto Giacometti fotografiado en el interior de su taller por Robert Doisneau. Francia, 1957.

Podemos ver similitudes entre los talleres expuestos hasta el momento. La acumulación de trabajos, el almacenamiento de obras pasadas, el pavimento oculto tras el polvo de yeso, las herramientas sobre una, dos, tres mesas de trabajo... etc. Pero póngase la atención en la situación del observador-visitante con respecto al espacio o su relación con el artista. M. Peppiatt conocía personalmente a personalidades del mundo del arte como Francis Bacon,

⁵⁸ BEAUVOIR, Simone de. Cartas a Nelson Algren. Miguel Martínez-Lage (Trad.) Barcelona: Editorial Lumen, 1999.

por ejemplo, pero se quedó tan sólo a un paso de conocer a Giacometti. Así cuenta el momento en que llega por primera vez al taller del escultor:

"Fue ese mismo mes de enero (1966) cuando llegué a París, aún muy joven y deseoso de emprender mi primer trabajo. Francis Bacon, al que había conocido durante mis estudios en Inglaterra, me había dado una carta de recomendación para un hombre al que había conocido bien en París y en Londres y cuya vida y obra admiraba enormemente: Alberto Giacometti. Me dirigí de inmediato a la rue Hippolyte-Maindron, agarrado a la carta manuscrita de Bacon como si fuera un talismán, pero cuando vi el nombre <<Giacometti>> escrito en letras blancas sobre la puerta del estudio y me di cuenta de que yo, un completo desconocido recién llegado del extranjero, podía estar a punto de molestar a uno de los más grandes artistas del siglo, me faltó valor. Di media vuelta y, pocos días más tarde, me enteré de que Giacometti acababa de morir."⁵⁹

Se trata de una narración interesante en la que comienza reconociendo su inexperiencia ante ese tipo de situaciones y a su vez delata su estado anímico, pero, ¿por qué el autor se siente incapaz de dar el paso definitivo para conocer al artista y decide finalmente abandonar la empresa que lo trajo allí? *...agarrado a la carta manuscrita de Bacon como si fuese un talismán y me di cuenta de que yo, un completo desconocido recién llegado del extranjero, podía estar a punto de molestar a uno de los más grandes artistas del siglo...* Estas palabras rezuman carácter *mágico* y sentimiento de inferioridad ante una figura superior.

Las personas dedicadas a la creación artística pueden llegar a provocar en otras personas sentimientos de admiración tan fuertes como el que observamos en estas palabras de Michael Peppiatt. La situación que acabamos de referir puede estar relacionada estrechamente con la leyenda que rodea a la figura del artista. Mitos y clichés que han ido tomando forma y se han adherido al *perfil* o al conjunto de atributos que definen a muchos personajes del mundo de las artes.

⁵⁹ PEPPIATT, Michael. *En el taller de Giacometti*, p. 42.

2.2. Artista y taller leyenda compartida: Estereotipos preservados en la conciencia colectiva.

Si al estudiar al genio creador, al artista, se está estudiando, por definición o por tradición, a un individuo excepcional, grande, misterioso y con un fuerte poder de atracción, es verdaderamente difícil realizar tal estudio sin estar influenciado por tales ideas previas.⁶⁰

En base a la afirmación de algunos especialistas, como el Dr. Ramón Almela, de que la leyenda o *el mito configura el modelo de artista, de creador, configura la perspectiva bajo la que se va a contemplar a los artistas reales y configura la perspectiva bajo la que éstos se contemplan a sí mismos*⁶¹, quisiéramos incluir también las consecuencias posibles en la comprensión del lugar donde trabaja.

Encontré un psicólogo sorprendido al visitar mi estudio creyendo todavía que el artista debía ser un personaje desordenado y sucio.⁶²

Con esta sencilla anécdota personal apreciamos claramente cómo, desde el exterior, se observa el taller, en cierta forma, bajo el influjo de la leyenda. El visitante espera encontrar en él el reflejo de un mito, pues considera el taller como un símbolo del que el artista es el síntoma⁶³.

... a partir del momento en que el artista hace su aparición en los documentos históricos, algunas nociones estereotipadas fueron relacionadas con su obra y su persona, prejuicios que no han perdido nunca por completo su significado y que siguen influyendo en nuestro juicio de lo que es un artista⁶⁴.

Conscientes de la vigencia de lo expuesto sobre estas líneas, nos aproximaremos a una serie de anécdotas, historias y leyendas en torno al artista con el objetivo de comprobar, no tanto la veracidad de estos relatos como la influencia que ejercen sobre la percepción del taller de escultor, pues consideramos que nuestro espacio modelo de estudio se encuentra

⁶⁰ ROMERO, Julio. *El mito del artista y la locura: estudio de la tradición cultural y la investigación científica sobre la relación entre creatividad y psicopatología*. [Tesis doctoral inédita]. UCM, Madrid, 2001, p.349.

⁶¹ *Ibíd.*, pp. 561-562.

⁶² ALMENA, Ramón. Actitud del Artista. Mitos, Rutina y Neuroestética. *Revista Observaciones Filosóficas*. 2010, núm. 11. p. 2. [En línea] [Consultado: 27/05/2017]. Disponible en web: <http://www.observacionesfilosoficas.net/actitudartista.htm>

⁶³ Variación de la frase de Ramón Almela "La obra es el símbolo de la que el artista es el síntoma", con el propósito de llevar la cita a nuestro campo. En: ALMENA, Ramón. Actitud del Artista. Mitos, Rutina y Neuroestética. *Revista Observaciones Filosóficas*. Nº 11. 2010, p. 1.

⁶⁴ KRIS, Ernst y KURZ Otto. *La leyenda del artista*. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, S. A.), 2010, p. 23.

influenciado igualmente por esos estereotipos. Éste resultaría inmerso en una doble herencia: por una parte ~~se trata de~~ la leyenda que envuelve a la figura del escultor, concretamente a todo el colectivo de escultores -construida a través de textos biográficos, las fuentes anecdóticas, la mitología, la literatura...-; y por otra, el carácter mágico que rodea a un elemento como el fuego, que juega un papel relevante en la actividad artística que nos ocupa.

El siguiente extracto del ensayo de Ernst Kris y Otto Kurz bien puede considerarse una buena introducción⁶⁵:

La imagen del artista reflejada en las biografías griegas debe considerarse como un logro de la cultura griega. Un logro que no tendrá réplica hasta que en los siglos XIV y XV aparezca la figura del artista como entidad independiente. (...)

A partir de este momento y hasta el presente, se extiende una ininterrumpida cadena de relatos literarios referente a los artistas. El panorama sociológico que ofrecen es muy diverso: nos transportan desde el mundo gremial y la logia masónica a los estudios de los maestros renacentistas inspirados en el humanismo, del mecenazgo de la Iglesia y de los mercaderes al de los príncipes, de las limitaciones de ser un artesano a aquéllas de la tradición académica, pero también muestran el logro máximo de autoexpresión individual y la más alta estima de la creatividad del divino artista. En cada fase de este desarrollo histórico aparecen nuevos tipos sociales junto a los viejos, sin reemplazarlos nunca por completo. El innovador revolucionario se halla al lado del principal de una escuela académica, y el artista como genio universal o caballero está situado junto a las figuras anónimas y solitarias. Esta diversidad de perspectiva social aparece tanto entre los artistas del siglo XIX, cuyo mundo incluía tanto el festejado favorito de su príncipe y su país, como los bohemios viviendo de acuerdo con su concepto de genialidad en la periferia social, (...)

El taller se impregna de todo cuanto el escultor asume, y el espectador -en mayor o menor medida- espera encontrarse algo de estas leyendas en su interior. El mito en torno a la escultura, el escultor y su taller, como bien dice M. López Rodríguez⁶⁶, es una respuesta a lo desconocido, y la situación es más espinosa si tratamos con una actividad como la fundición artística, donde interviene el Fuego, que a menudo es un elemento incomprendido, admirado y temido. Si, a día de hoy, hablamos con alguna persona ajena a este tipo de actividades y le comentamos que fundimos personalmente en nuestro taller algunas piezas de escultura, lo más probable es que la reacción sea de incredulidad, sorpresa o desconfianza. Algo a lo que seguramente estaba acostumbrado el fundidor arcaico.

Para el ciudadano común, u *hombre de a pie*, la tecnología es responsable de la mayor parte de las actividades que desconoce. Parece ser que sólo los avances tecnológicos de esta nueva era *mass-media* pueden ser capaces de producir ciertos objetos. Incluso Mr. David Reid encontró la incompreensión de sus compañeros de trabajo cuando les comentó sus

⁶⁵ Ibídem, pp. 24-25.

⁶⁶ LÓPEZ RODRÍGUEZ, Mariano. Actitud del Artista. Mitos, Rutina y Neuroestética [En línea]. pp. 1-4.

intenciones de hacer uso de la Cascara Cerámica para sus pequeñas prácticas de taller. Estos operarios -¡del sector metalúrgico!- consideraron que nada de lo que se pretendiese hacer fuera de los protocolos de actuación establecidos ya por una empresa tecnológicamente avanzada podía llegar a buen término. Que no funcionaría trabajando de manera doméstica⁶⁷. Sin embargo, tras comprobar las repercusiones de esa actuación de Mr. David Reid, emprendimos un camino místico y milagroso a través de la fundición artística.

2.2.1. *Oficio de dioses o acto indigno entre los hombres.*

Prometeo protagoniza uno de los grandes mitos clásicos. Perteneciente a la primera generación de dioses griegos, este titán es el creador y gran benefactor de los hombres, hábil artesano y transmisor de conocimientos, entre ellos las técnicas metalúrgicas. Esta divinidad es ante todo conocida por su actitud rebelde ante los dictámenes de Zeus, algo que resultará atrayente a los románticos. Entre sus desafueros destaca el hurto del fuego vital de los dioses para socorrer a la humanidad, tras un reparto injusto de recursos y capacidades entre las razas mortales llevado a cabo por su hermano.

*Mientras estaba perplejo, se le acerca Prometeo que venía a inspeccionar el reparto, y que ve a los demás animales que tenían cuidadosamente de todo, mientras el hombre estaba desnudo y descalzo y sin coberturas ni armas. Precisamente era ya el día destinado, en el que debía también el hombre surgir de la tierra hacia la luz. Así que Prometeo, apurado por la carencia de recursos, tratando de encontrar una protección para el hombre, roba a Hefesto y a Atenea su sabiduría profesional junto con el fuego -ya que era imposible que sin el fuego aquella pudiera adquirirse o ser de utilidad a alguien- y, así, luego la ofrece como regalo al hombre. De este modo, pues, el hombre consiguió tal saber para su vida; pero carecía del saber político, pues éste dependía de Zeus. Ahora bien, a Prometeo no le daba ya tiempo de penetrar en la acrópolis en la que mora Zeus; además los centinelas de Zeus eran terribles. En cambio, en la vivienda, en común, de Atenea y de Hefesto, en la que aquéllos practicaban sus artes, podía entrar sin ser notado, y, así, robó la técnica de utilizar el fuego de Hefesto y la otra de Atenea y se la entregó al hombre.*⁶⁸

Sabemos que Prometeo no es la única divinidad que da muestra de sus dotes en el oficio de la escultura modelando al hombre, recordemos por ejemplo el pasaje bíblico del génesis que trata el mismo asunto:

*Entonces Jehová Dios formó al hombre del polvo de la tierra, y sopló en su nariz aliento de vida, y fue el hombre un ser viviente.*⁶⁹

⁶⁷ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cáscara cerámica*, p. 215.

⁶⁸ PLATÓN. *Protágoras*. Gredos, 2010.

⁶⁹ BIBLIA. Gn 2.7.

O cómo, según los textos agnósticos de Santo Tomás, el propio Jesucristo realizó una gesta similar cuando era tan sólo un niño:

En él se cuenta que cuando tenía cinco años se encontraba un sábado jugando en la orilla de un arroyo y moldeó con barro doce gorriones, para los judíos estaba "prohibido" trabajar este día, por lo que rápidamente fue avisado su padre José que se dirigió al lugar donde se hallaba Jesús a recriminarle la profanación del sábado. Jesús dando una palmada, y dirigiéndose a los gorriones, exclamó: "Volad". Y los pájaros abrieron sus alas, y volaron, piando con estruendo. (Evangelio de la infancia de Tomás:II)⁷⁰

Lo que en un principio se trataba de un acto impropio del sábado, un trabajo manual inapropiado para ese día, termino convirtiéndose en un acto milagro.

También en oriente consideraron oportuno reservar en su mitología un lugar primordial al acto de modelar como un escultor, es el caso por ejemplo del mito de la diosa Mūwe originario de china, quien dio forma a los hombres mediante la arcilla cercana a un río.

Siguiendo en la línea clásica occidental, el mito de Prometeo suele involucrar a otro personaje vinculado con la figura del artista-artesano; el dios Hefestos, divinidad ígnea para el cual en ocasiones se usa el epíteto *Mulciber, el que ablanda los metales*⁷¹, por su relación con las actividades metalúrgicas. A pesar de los estigmas físicos que le causaron grandes desavenencias familiares, tiene una posición merecida entre los Olímpicos por su poder, sus habilidades y ante todo por su acreditado ingenio.

La complicada relación que mantiene el binomio *Arte-Artesanía*, es ya latente en la cultura clásica y, en parte, se puede apreciar en su mitología. El *Ilustre Cojo* y *Atenea Ergane*, custodios ambos de las artes manuales, escenifican en varias ocasiones un fuerte vínculo de unión. Por ejemplo, tras ejercer puntualmente de matrona y ayudar en el alumbramiento de la diosa, Hefestos declara inmediatamente su atracción por ella, pidiendo su mano en matrimonio nada más nacer. En otra ocasión, enajenado por el deseo, llegó a forcejear con ella en un intento frustrado por unirse a la diosa.

Atenea había acudido a Hefestos para que le fabricase unas armas, pero él, que había sido abandonado por Afrodita, sucumbió de deseo por Atenea y comenzó a perseguirla, pero ella se escapaba. Cuando tras mucho esfuerzo, pues era cojo, consiguió acercarse, intentó poseerla, pero ésta, que era casta y virgen, no se dejó, y Hefestos eyaculó en la pierna de la diosa; ella, asqueada lo limpió con un copo de lana y lo tiró al suelo. Atenea salió huyendo y del semen caído en el suelo nació Erictonio. Lo crio a escondidas de los dioses, deseosa de hacerlo inmortal.

APOLODORO, Biblioteca III 14,6⁷²

⁷⁰ Historia de la infancia de Jesús según Santo Tomás. (Fuente: *Los Evangelios Apócrifos*, por Edmundo González Blanco) [En línea] [Consultado: 26/05/2017] Disponible en web: <http://escrituras.tripod.com/Textos/EvTomas.htm>

⁷¹ MORILLAS, Mercedes; MORILLO, Francisca; RUIZ DE ELVIRA, M^a Rosa; et al. *Los dioses del Olimpo*. Alianza Editorial. Clásicos de Grecia y Roma. Madrid, 2009, pp.213-227.

⁷² *Ibíd*em, p. 144.

Si bien la concepción de Erictonio fue algo violenta, entre las lecturas posibles de este episodio podemos encontrar cierto deseo de aunar las artes liberales, personificadas en Atenea, con la artesanía, personificada por el dios herrero. Puede deberse a que en un periodo helenístico avanzado los artesanos reivindicaran un estatus social diferente o al menos una situación profesional distinta.

Otros episodios no son tan violentos y dan muestras de una relación más cordial, como ocurre durante la creación de Pandora, que recuerda mucho a la del hombre y que también menciona a Atenea como coparticipe ayudando a Prometeo. La nueva criatura es fruto de una buena colaboración artística y nace sin las connotaciones sexuales que violentan a la *casta diosa de ojos verdes*.

Hesíodo cuenta que Zeus, queriendo vengarse de Prometeo y de los hombres, por quienes éste había robado el fuego divino, hizo que Hefestos, con ayuda de Atenea, creara una criatura maravillosa a imagen de los Inmortales. Los otros dioses la adornaron generosamente con <<todos los nones>> (Ese es precisamente el significado en griego del nombre de Pandora)⁷³

Al margen de la anécdota de estos relatos que muestran la relación que subyace entre las personificaciones del arte y la artesanía, es curioso averiguar que para algunos autores griegos –autores nada menos que de la talla de Platón– es plausible que ambas divinidades pudiesen contar también con un espacio “común”, una especie de estudio compartido, en el que dar rienda suelta a sus habilidades;... *en la vivienda, en común, de Atenea y de Hefestos, en la que aquéllos practicaban sus artes...*⁷⁴

En deferencia a nuestro proyecto, destacar los pasajes míticos en los que se hace mención explícita a los lugares donde trabaja el dios *ignipotente*. En principio, Hefestos reside en el Olimpo como los demás dioses, allí construyó su morada, *un palacio radiante, todo de bronce*, donde realiza sus obras con la ayuda de *autómatas de oro*⁷⁵. Pero algunos autores mencionan que el dios contaba además con otros espacios y que disponía de más ayudantes, así como del equipo necesario para ejercer su oficio con toda tranquilidad.

*Tetis, la de argénteos pies, llegó a la morada de Hefesto, inconsumible, excelente entre las inmortales, bronceínea, que el propio cojitranco se había fabricado.*⁷⁶

Junto a la costa sicana y a la Lípara eolia una isla se alza erizada de peñascos humeantes, bajo la cual truenan la gruta y de los cíclopes los antros etneos corroídos de chimeneas y se oyen los golpes que arrancan gemidos a los yunques y en las cavernas rechinan las barras de los cálibes y el fuego

⁷³ MARTÍN, René. *Mitología. Griega y romana (de la A a la Z)*. Editorial Espasa Calpe, Madrid, 2008, p. 303.

⁷⁴ PLATÓN. *Protágoras*.

⁷⁵ *Ibíd.*, p. 184.

⁷⁶ MORILLAS, M.; MORILLO, F.; RUIZ DE ELVIRA, M^a R.; et al. *Los dioses del Olimpo*, p. 220.

*respira en los hornos, de Vulcano morada y tierra de vulcano por su nombre. El hierro trabajan los Cíclopes en su vasta guarida, Brontes y Estéropes y Piragmón con el cuerpo desnudo.*⁷⁷

Pocos dioses de la mitología grecorromana están tan vinculados a un espacio como lo está Hefestos a su taller. Ese vínculo pudo formar parte del pensamiento colectivo de la civilización griega y romana, quienes pudieron ver, como nosotros, un binomio difícil de disolver entre el artesano-escultor y su espacio de trabajo. Por supuesto, el herrero y la fragua sí que han estado fuertemente vinculados⁷⁸.

La otra cara de esta mitología la protagoniza el Fuego. Ya hemos mencionado que tanto Prometeo como Hefestos son *divinidades ígneas*, ejercen la escultura y además conocen los grandes secretos de la metalurgia. Por supuesto no son los únicos, pues *se ha observado que en la Grecia arcaica algunos grupos de personajes míticos –Telquines, Kabiros, Curetes, Dáctilos- constituyen a la vez cofradías de trabajadores de los metales. (...) los Kabiros, como los Curetes, son llamados “dueños de los hornos”, “poderosos del fuego”, y su culto se extendió por todas partes en el Mediterráneo oriental*⁷⁹.

Dominar el fuego es un privilegio casi exclusivo de los dioses, como advierte Mircea Eliade en su obra “Herreros y Alquimistas”: *El primer alfarero que consiguió gracias a las brasas endurecer considerablemente las formas que había dado a la arcilla debió de sentir la embriaguez del demiurgo: acababa de descubrir un agente de transmutación. (...)*⁸⁰. La misma sensación debió experimentar el primer fundidor al conseguir alterar la forma del mineral, tras sustraerlo de la *madre tierra*, al lograr que éste cediera y controlar posteriormente su metamorfosis. Ese dominio del fuego separó a los hombres—que conocían el secreto de *ablandar los metales* del común de los mortales. Los alfareros, fundidores o herreros de muchos pueblos del mundo arcaico tenían motivos suficientes para ser considerados seres mágico-religiosos. Para bien o para mal, pues no todas las culturas los llegaron a ver como grandes benefactores, muchos les otorgaban un carácter más demoniaco que divino.

El fuego se declaraba como un medio de hacer las cosas “más pronto”, pero también servía para hacer algo distinto de lo que existía en la Naturaleza, y era, por consiguiente, la manifestación de una fuerza mágico-religiosa que podía modificar el mundo, y por tanto, no pertenecía a éste⁸¹.

De este modo, el fundidor arcaico no pertenece a este mundo, sus conocimientos del fuego para crear al margen de la naturaleza lo convierten en un ser sobrehumano y *la acción de imitar los modelos divinos se ve desterrada en beneficio de un tema nuevo: la importancia del trabajo de fabricación, la capacidad demiúrgica del obrero; (...), la apoteosis del faber, del que*

⁷⁷ Ibídem, p. 222.

⁷⁸ Véase: ELIADE, Mircea. *Herreros y Alquimistas*. 7ª ed. Madrid: Alianza Editorial, S.A., 1999.

⁷⁹ Ibídem, p. 95.

⁸⁰ Ibídem, p. 73.

⁸¹ Ibídem..

“crea” objetos⁸², los cuales se encuentran tan envueltos de ese aura mágico-religiosa como sus artífices. Pero siglos más tarde, nuevas culturas, como la grecorromana, volverán a poner al artesano a los pies de la divinidad y surgirán diferencias relevantes entre su labor como obrero y el resultado de su trabajo, pues su obra sí puede verse impregnada de algo más deífico.

2.2.2. *La presencia de lo divino en el taller.*

Quizás sea la presencia de dioses, musas, santos, demonios y demás seres sobrenaturales lo que cause mayor conmoción en la memoria social colectiva. ¿Qué pensar de un lugar en el que las obras de arte son inspiradas por dioses o seres sobrenaturales, incluso ejecutadas con sus propias manos? Los actos milagrosos o inexplicables para la mayoría convierten al Taller en un espacio mágico y a su morador en un ser místico, misterioso y extraordinario. Incluso los escultores clásicos, denostados habitualmente por ejercer un oficio físico, fueron víctimas de la intervención divina durante la realización de alguna de sus obras, anfitriones en su taller de semejantes personalidades. Recuérdese el mito de Pigmalión, quien tan prendado quedó de su obra. Tan grande fue el amor que llegó a sentir por ella que los dioses vieron oportuno ceder a sus plegarias y dieron vida a la escultura. O la leyenda protagonizada por Fidias, donde se cuenta que éste fue visitado por el mismo Zeus en su taller, posando para el gran escultor mientras éste terminaba su retrato, algo bastante insólito pues ningún mortal podía ver la apariencia real de un dios, bajo pena de muerte o cruel castigo. En un principio, los dioses sólo tenían ese tipo de consideraciones con músicos, poetas y arquitectos, lo cual dificultaba a los escultores defender su estatus social e incluir su trabajo entre las bellas artes, pero, poco a poco y bien entrados en el helenismo, la situación empezó a cambiar y el relato de Fidias y Zeus es prueba de ello.

*Así Calistrato percibió la influencia de los dioses, no solo en la voz del poeta, sino también en las manos del escultor, asimismo divinamente inspiradas para crear*⁸³.

El escultor mantiene un vínculo comunicativo con los dioses, algunas obras escultóricas quedarán marcadas por ese tipo de actos milagrosos. En el éxodo, por ejemplo, se habla de la intervención de Dios sobre artesanos-escultores, para llevar a cabo su voluntad:

Dios se dirigió a Moisés y le dijo: Mira, yo he escogido a Bezaleel, hijo de Uri y nieto de Hur de la tribu de Judá y lo he llenado de espíritu divino y de sabiduría, entendimiento, conocimientos y capacidad creativa como artesano, para hacer diseños artísticos y para trabajar en oro, plata y bronce, para tallar y montar piedras preciosas, para tallar madera y para hacer cualquier trabajo artístico. Le he puesto como ayudante a Aholiab, hijo de Ahisamac, que es de la tribu de Dan.

⁸² Ibídem, p. 94.

⁸³ KRIS, E. y KURZ O.. *La leyenda del artista*, p. 52.

*También he dado más sabiduría a muchos sabios para que realicen todo lo que he mandado. (Ex. 31.1-6).*⁸⁴

Apariciones que convierten al escultor en todo un privilegiado. Pongámonos en situación, pensemos en Miguel Ángel ante una modelo tan especial como *la propia Reina Celestial*, posando en exclusividad para una de sus obras destinada a la capilla de los Medici⁸⁵. Sin duda se trata de todo un acontecimiento. Algunos escultores pueden ver a los dioses, son inspirados por ellos o por un mensajero. Es el caso de la leyenda, también en torno a Miguel Ángel, que cuenta que el secreto de la estructura de Santa Sofía le fue revelada por un ángel.

Tampoco es difícil encontrar historias en este sentido relacionadas con el fuego:

El viajero griego Nucius Nicandro, que visitó Lieja en el siglo XVI, nos cuenta la leyenda del descubrimiento de las minas de carbón del norte de Francia y Bélgica; un ángel se apareció bajo la forma de un anciano venerable, y mostró la boca de una galería a un herrero que hasta entonces había venido empleando leña para su horno. (...)

*(...) la apertura de una mina o la construcción de un horno son operaciones rituales, en las que frecuentemente se manifiesta un asombroso arcaísmo*⁸⁶



9. Izquierda: "Fidias Alesaje del busto de Zeus", óleo sobre lienzo de József Dorffmeister, 1802, Derecha: "Pigmalión y Galatea", óleo sobre lienzo de Louis-Jean-François Lagrenée, 1778.

⁸⁴ BIBLIA. Ex. 31.1-6.

⁸⁵ KRIS, E. y KURZ O. *La leyenda del artista*, p. 60. Citan a: Mordtmann, 1922 y a Doni, 1928; Thode, 1908, 4:507.

⁸⁶ ELIADE, Mircea. *Herreros y Alquimistas*, pp. 53-54.

2.2.3. *Alter deus y la Melancolía del lugar.*

La cultura clásica grecorromana genera la imagen de un artesano-escultor que se debate entre un estatus social bajo, el desconocimiento del entorno ante su oficio y, en consecuencia, cierta vinculación con lo sobrenatural. Pero, como se advierte en el ensayo la leyenda del artista⁸⁷, para encontrar un origen a los estereotipos más popularizados sobre el artista es preciso avanzar hasta el Renacimiento.

Existe constancia de que algunos autores clásicos se interesaron por artesanos contemporáneos suyos que destacaron en su momento, como es el caso de Plinio o el autor de las “Vidas de pintores y escultores”, Duris de Samos. Ese interés biográfico se perderá en el coma del individualismo que supuso la Edad Media. La figura del artista es absorbida por la colectividad del gremio y no será hasta los siglos XIV-XVI cuando resurja en el entorno europeo. El artista vuelve a replantearse su posición social junto a su situación laboral, buscando un lugar al margen de gremios y en definitiva al margen de la actividad artesanal.

Una de las piezas biográficas más conocidas es la obra de Vasari, “Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores” o la autobiografía “Vida” de Benvenuto Cellini. También es destacable el afloramiento de los tratados en diversas disciplinas artísticas - entre ellas la escultura-, en los que el propio artista transmite su visión ante su profesión, su oficio y su obra. Por todo ello, el Renacimiento supone un nuevo impulso para el reconocimiento de la autoría en la obra artística.

Como advierte Esperanza Guillen, en el seno humanista de un siglo XV neoplatónico renace la idea de *genio* que por consideraciones religiosas se había perdido durante la Edad Media⁸⁸. El artista es desvinculado de la norma, y convertido en un espíritu libre y único:

*Al hilo de la concepción moderna del individuo, el artista será un favorecido por Dios y, en un orden inferior, se convertirá en un creador, en un alter deus. Con todo, desde Demócrito hasta Giordano Bruno y, por supuesto durante el Romanticismo, se pensará que son pocos los que gozan del favor divino.*⁸⁹

Ernst Kris y Otto Kurz observan cómo en este tipo de documentos biográficos tienden a destacar la excepcionalidad del artista ya en edades muy tempranas⁹⁰. Niños prodigios que desde su más tierna infancia muestran sus dotes para el modelado o el dibujo, o jóvenes artistas cuyo talento natural les bastó para convertirse en grandes genios de su tiempo. Dan a entender que se trata de personas en las que pronto destaca su impulso natural hacia cierto tipo de actividades que para muchos son inalcanzables sin una formación rigurosa

⁸⁷ KRIS, E. y KURZ O. La leyenda del artista. Op cit.

⁸⁸ GUILLEN, Esperanza. *Retratos del genio. El culto a la personalidad artística en el siglo XIX*. 1ª Edición. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya S.A.), 2007, p. 20.

⁸⁹ *Ibídem*.

⁹⁰ KRIS, E. y KURZ O. La leyenda del artista. Op cit.

previa. El escultor está hecho de otra pasta, se trata de un fruto excepcional de la naturaleza o de un presente divino.

Entre los hechos reales se siembra un puñado de anécdotas por las que estos ilustres personajes -y el escultor en particular para nosotros- empiezan a adquirir cierta fama, con la cual viene adjunta una serie de epítetos que marcarán su imagen e influirán notoriamente en la percepción que de ellos pueda tener el conjunto de la sociedad durante mucho tiempo. Algunos adjetivos serán más afortunados que otros, pero sin duda el repertorio es amplio; “Absurdo, peculiar, loco, fantástico, raro, excéntrico, caprichoso, antojadizo, risible y también fascinante (porque la conducta inconformista tiene su atractivo)”⁹¹. En su obra “Bajo el Signo de Saturno”, Rudolf y Margot Wittkower transcriben algunas de esas historias donde podemos apreciar un comportamiento fuera de lo común en algunos escultores:

*Niccolo dell'Arca no quiere tener discípulo ni enseñar a nadie. Era raro y tenía modales bárbaros; era tan tosco que repelía a cualquiera. Por regla general carecía hasta de las mínimas necesidades vitales; como era cabezota, jamás aceptó el consejo de los amigos.*⁹²

Miguel Ángel será, sin duda, el escultor que mejor ejemplifique en su persona las dotes creativas e innovadoras del genio renacentista, casi divino, temperamental y a su vez hombre de personalidad áspera y arrebatadora.

*Vivo de una forma sórdida, sin reparar en la vida ni en los honores –es decir, en el mundo- y padezco las mayores privaciones e innumerables aflicciones y temores (“mille sospetti”).*⁹³

Sus desplantes o insolencias ante el poder imperante en defensa de la libertad para concebir sus obras junto a su estilo de vida, casi degenerativo, lo convierten en todo un símbolo.

Entre otros casos curiosos, está Jacob Cornelisz (Copé) que llegó a trabajar toda su vida en una escultura, *sin permitir que nadie la viera nunca e incapaz de dejarla. (...), rechazó todo consejo o ayuda. Este hombre no se hizo amigo de nadie y vivió como un animal; tampoco quiso que ni hombre ni mujer entrasen en su casa. Si por ventura estaba enfermo, dejaba caer una cuerda por la ventana, y llamando a alguna ama de casa vecina, le rogaba que comprara lo que fuera necesario. Una vez que estaba colocada la compra en una cesta atada a la cuerda,*

⁹¹ WITTKOWER, Rudolf y Margot. WITTKOWER, Rudolf y Margot. *Nacidos bajo el signo de Saturno. Genio y temperamento de los artistas desde la Antigüedad hasta la Revolución Francesa*. 9ª Ed. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, SA), 2010, p. 72.

⁹² *Ibidem*, p. 73. Citan a: BORSELLI, G. (Crónica gestorum ac factorum memorabilium civitatis Bononlae) en Muratori, Antonio, *Rerum italicarum scriptores*, edición de A. Sorbelli, tomo XXIII, ii, 113.

⁹³ *Ibidem*, p. 78. Citan a: Carta 20 enero de 1542; Milanesi, 1875, núm. XXXVII; en SYMONDS, John A. *The life of Michelangelo Buonarroti*, 1893, I, 374.

la volvía a subir. De esta manera pasó mucho tiempo –enemigo del trato humano. Era solitario, suspicaz y melancólico; no se fiaba de nadie⁹⁴.

Este fragmento sobre la actitud de Crapé ante el mundo, su obra o su trabajo recuerda también a las historias clásicas, donde se describe al escultor como un hombre de complicado carácter y algo excéntrico. Es el caso del escultor Calímaco, apodado el *pesado* por una obsesión por el detalle, o el de Apolodoro al que llamaban *el loco* por ser un *duro crítico de su propia obra y a menudo rompía una estatua acabada por ser incapaz de alcanzar el ideal al que aspiraba⁹⁵.*

En otras ocasiones, en vez de la exigencia personal extrema por conseguir un objetivo, es el sentir que su trabajo ha sido injustamente valorado lo que saca la cólera de estos titanes de la materia. Sirva de ejemplo uno de los personajes más novelescos del siglo XVI, emigrado a España por sus desavenencias profesionales en Italia y autor de una magnífica talla de San Jerónimo conservada en el museo de Bellas Artes de Sevilla; hablamos de Pietro Torrigiano.

(...) desafortunado episodio de la destrucción del grupo de la Virgen con el Niño, encargado por el duque de Arcos, y objeto de uno de los muchos actos encorajinados del escultor al no recibir del aristócrata la cantidad que, a su entender, merecía la obra:

<<se fue colérico á casa del Duque con un hacha (...). El Duque, pues, teniéndose por agraviado de semejante exceso, dio cuanta á el Santo Tribunal de la Inquisición, calumniado de Herege á el Torrigiano>>.

El artista se justificó alegando que como creador daba forma a la materia lo que le confería el legítimo derecho a devastarla.⁹⁶

Algunos escritores verán en el escultor florentino todo un personaje literario, sobre todo durante el Romanticismo; un héroe, un mártir que encontró su muerte en prisión sólo por defender su trabajo ante un poder totalitarista que nunca llegaría a entender nada sobre la libertad del artista. Este italiano arrogante, al que la leyenda atribuye incluso haber deformado el rostro del mismísimo Miguel Ángel, inspiró a José Zorrilla estos versos, basados sobre todo en el episodio de *la Virgen con el Niño*:

*Alto, vigoroso, altivo,
aire audaz, mirada torva,
barba crecida hasta el pecho,
aliento recio y voz ronca,
mejor que artista parece
bandolero, y más importa
guardarse de él, que guardar*

⁹⁴ Ibídem, p. 83. Citan a: BAGLIONE, Giovanni. *Le vie de 'pitorri, scultori, architetti, ed intagiatori*, Roma. Nápoles 1733.

⁹⁵ Ibídem p. 18. Citan a: Plinio.

⁹⁶ GÓMEZ ROMÁN, Ana María. *Escultores de "terrible condición". La escultura en el sistema de las artes desde el siglo XVI y XVII*. Editorial Universidad de Granada, Campus Universitario de Cartuja. Granada, 2015, p. 120.

*sus estatuas primorosas.
alcanza mucha y muy pronta,
y son de largos sus hechos
lo que sus frases de cortas.⁹⁷*

Ana María Gómez defiende la teoría de que los escultores, debido a su *sempiterna lucha con la materia*, acentúan ese tipo de rasgos temperamentales, así como su deseo de autodeterminación⁹⁸. La autora cita unas palabras de Francisco Pacheco, donde reconoce la grandeza de quien se dedica en cuerpo y alma al ejercicio de la escultura y que son también reflejo del debate que existió entonces entre las diferentes disciplinas artísticas por aclarar cuál de ellas era de superior valía:

Porque dicen que requiere la escultura una cierta y aventajada disposición de gallardía de ánimo y cuerpo, que raras veces se halla junta, y que es apetecida de pocos por su gran dificultad. Y que la pintura se contenta de cualquier débil y humilde sujeto, y por esto tantos se aplican a ejercitarla.⁹⁹

Pero no todos veían con buenos ojos esa imagen de genio irascible, individualista, orgulloso, con carácter, rehén de esa especie de *divina locura* que lo lleva a la soledad, al vicio o a vivir como un ermitaño, al que poco le preocupa lo que ocurre fuera de su estudio y que incluso deja de lado su higiene personal. El más claro rechazo del artista excéntrico procede de la pluma de Giovan Battista Armenini, que se formó como pintor en Roma entre 1550 y 1556. En su “*Dei veri precetti della pittura*” de 1587 escribe:

Ha surgido una espantosa costumbre entre el pueblo e incluso entre los eruditos, a quienes parece natural que un pintor de la mayor distinción muestre señales de algún vicio feo y nefando aliado con un temperamento caprichoso y excéntrico que brota de su mente abstrusa. Y lo peor es que muchos artistas, ignorantes, se creen muy excepcionales al afectar melancolía y excentricidad.¹⁰⁰

Podría decirse que Armenini era más partidario de artistas de buen carácter, hábil en su disciplina y con una fuerte base teórica, en definitiva un *uomo buono et docto in buone lettere*, más en la línea de lo dispuesto por algunos autores como Alberti, considerado uno de los primeros en dar el paso por la lucha de la liberación de las artes visuales¹⁰¹. Ni que decir tiene que ambos perfiles fueron coetáneos en los siglos XV-XVI pero lo cierto es que ese perfil algo más refinado fue siendo cada vez más habitual entre los escultores del siglo XVII, por ejemplo Rubens y Bernini *eran grandes señores de modales civilizados que nunca impidieron que las visitas inspeccionasen su estudio. Ni siquiera les importaba trabajar a la vista de terceros. Las normas de conducta profesional establecidas en el siglo XVII*

⁹⁷ GOMEZ ROMÁN, Ana María. Op. cit., p. 121.

⁹⁸ *Ibíd.*, p. 26.

⁹⁹ *Ibíd.* Cita a: PACHECO, Francisco. *Arte de la pintura*. Capítulo: “De la contienda de la pintura y la escultura”.

¹⁰⁰ WITTKOWER, Rudolf y Margot. *Nacidos bajo el signo de Saturno. Genio y temperamento de los artistas desde la Antigüedad hasta la Revolución Francesa*, p. 94.

¹⁰¹ *Ibíd.*, p. 26.

*continuaron vigentes a lo largo del siglo XVIII en los círculos académicos. Si Miguel Ángel pudiera haber observado a Canova en su estudio, se hubiera mostrado sorprendido. (...) Canova tenía la "loable costumbre" de que le leyese los clásicos mientras trabajaba.*¹⁰²

Juan José Martín González también aconseja cautela una vez que el artista consiguió mejorar en cierta forma su situación en la España del siglo XVII:

*El culto a la propia personalidad se ha acentuado y deja al hombre desazonado ante los problemas de la competencia. Hay que pensar que el artista ha subido muchos escalones y su posición de hombre admirado le pone ante el peligro de la caída.*¹⁰³

Por lo visto el escultor en activo durante nuestro Barroco es algo más temperamental que su análogo europeo, o al menos algo más de lo que desearía Martín González, quien ve peligrar todo lo conseguido.

Con la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando creada en 1752 se implanta en España el sistema «académico», donde la escultura será una de las disciplinas más cultivadas. La Academia representará el principal foco neoclásico de nuestra península; entre sus profesores fundacionales destacaremos a dos de sus directores Don Juan Domingo de Olivieri y Don Felipe de Castro. Quienes en un principio fueron formados en la tradición barroca pero que jugaron un papel fundamental en el nuevo movimiento de nuestro país, aunque habría de pasar toda una generación para observar cambios significantes en la estética escultórica imperante España¹⁰⁴. La tradición barroca sigue arraigada entre los artistas y artesanos independientes de clase media-baja dedicados mayoritariamente al arte sacro para un sector particular de la sociedad. El sistema de trabajo de los pequeños talleres de escultura esparcidos por las provincias de España siguió siendo más parecido a la red gremial del Quattrocento italiano que al sistema fragmentado en especialistas al que evolucionó el taller del país vecino durante su barroco.

*La Real Orden de 27 de abril de 1782 permitía el libre ejercicio de escultores, pintores y arquitectos, a partir del 26 de mayo de 1790, quedaban suprimidos los exámenes gremiales. Aun así el peso gremial seguía siendo tan fuerte que fueron las Cortes de Cádiz las que finalmente decretaron el día 3 de junio de 1813 la liberación definitiva de los artistas con respecto a los gremios. Disposición que, finalmente, fue refrendada el 6 de diciembre de 1836. El mundo gremial, y todo su engranaje, por fin daba paso a unas nuevas relaciones de tipo social y económico entre todos los actores vinculados al ámbito artístico.*¹⁰⁵

¹⁰² Ibídem, p. 70-71.

¹⁰³ GÓMEZ ROMÁN, Ana María. *Escultores de "terrible condición". La escultura en el sistema de las artes desde el siglo XVI y XVII*. p. 31. Cita a: MARTÍN GONZÁLEZ, Juan José. *El artista en la sociedad española del siglo XVII*. Madrid: Cátedra, 1984, p. 243.

¹⁰⁴ MARTÍN GONZÁLEZ, Juan José. La escultura neoclásica en la Academia de San Fernando: siglo XVIII. En: *Experiencia y presencia neoclásicas: Congreso Nacional de historia de la arquitectura y del arte*. La Coruña 9-12 abril 1991. A Coruña: Universidade da Coruña. Servizo de publicacións, 1994, pp. 13-24.

¹⁰⁵ GÓMEZ ROMÁN, Ana María. *Escultores de "terrible condición". La escultura en el sistema de las artes desde el siglo XVI y XVII*, p. 104.

La presencia de un órgano de poder como la Inquisición complica la ecuación. Al margen de que se trata de uno de los principales clientes del colectivo de escultores, es inevitable destacar el notorio control que ejercía sobre la mayor parte de los encargos, tanto privados como institucionales, lo cual provocó más de un encontronazo entre el Santo Tribunal y algunos escultores de *terrible condición*.

2.2.4. *Entre estereotipos también se repite la historia.*

La Academia se consolidará en el panorama europeo como la insigne institución representativa de las artes plásticas y generará un nuevo colectivo artístico, un *neogremio académico* encargado de regular las líneas de actuación de la estética clásica imperante en las artes liberales, y en la que la escultura tendrá un papel importante en su vertiente neoclasicista.

Mientras algunos escultores como Antonio Cánovas o Felipe de Castro representan el éxito, el reconocimiento social y a un arte racional, su *alter ego* verá la luz en el seno del Romanticismo, un nuevo perfil de artista que llenará las páginas de su literatura; el bohemio. El enfoque racionalista y burgués de la ilustración albergado en las academias coexiste con un movimiento más irracional e impulsivo donde el artista vela por su individualidad, pues tras la Revolución Industrial, éste busca desvincularse del trabajo de cualquier otro obrero y *generará en torno a su obra un aura de espiritualidad pseudo-religiosa*¹⁰⁶. Juan José Martín González compara brillantemente los nuevos perfiles del siglo XVIII al XIX con sus predecesores:

A semejanza del artista medieval, el académico disfrutó de los beneficios de una organización profesional, un punto hacia el cual gravita su vida. (...). La lucha del artista renacentista por librarse de las trabas de los gremios se repitió en la lucha del artista romántico por librarse de las ataduras de la academia. Del mismo modo que el individualismo del artista renacentista puso fin a la situación de protección del artesano tardomedieval, así el nuevo vocabulario romántico –el entusiasmo, la ingenuidad, la espontaneidad, el sentimiento, la autonomía de la creación artística, la intuición, la visión total, etc.–, volvieron del revés los principios más importantes del artista académico. Surgió el espectro del artista como una especie de ser elevado por encima del resto de la humanidad, alienado del mundo y responsable únicamente ante su propio ingenio en cuanto a pensamiento y acción; tomó forma la imagen del bohemio, alentado tanto por la ideología y conducta de los artistas como por la relación de la sociedad al margen de la cual vivían. De esta manera, hacia finales del siglo XVIII y a comienzos del XIX, vemos el germen de los problemas de

¹⁰⁶ LÓPEZ RODRÍGUEZ, Mariano. Factores determinantes en la construcción del mito del artista. En... *Seminario Periódico del Grupo ACIS*. Madrid: Universidad Complutense. 2010, p. 5. [En línea] [consultado: 27/5/2017] Disponible en web: http://eprints.ucm.es/12211/1/lopez_mito_del_artista20100609.pdf

*personalidad que, bajo circunstancias afines, habían importunado a los artistas del círculo renacentista florentino.*¹⁰⁷

Coexisten de nuevo el escultor refinado, culto y distinguido, hombre de ciencia y todo un ejemplo para la sociedad burguesa imperante -muy en la línea de lo exigido por el renacentista Giovan Battista Armenini- y el *genio* de la bohemia, de temperamento saturnino, que *encarnará los más oscuros aspectos de la alienación; el sufrimiento, el masoquismo, el dolor, la angustia, la enfermedad, el victimismo, lo absurdo, raro, peculiar, loco, fantástico, excéntrico, caprichoso, antojadizo, risible, etc.*¹⁰⁸

Se tratará de la dinámica imperante para los sucesivos movimientos artísticos, algunos escultores serán destacados por sus capacidades cognitivas, adquiridas tras un continuo proceso de estudio y formación, por su método científicista, etc., y otros serán elevados a la categoría del *demiurgo*, *genio* impulsivo y temperamental, místico, con unas dotes naturales para las artes que lo desvinculan de la norma imperante... Estereotipos que el escultor puede padecer.

María Picasso, nieta del artista malagueño, cuenta el trato que recibía su abuelo, quien era consciente de todo, por parte de sus seguidores:

*(...) todos cuantos otorgaban poder a mi abuelo, lo glorificaban, lo aureolaban, lo elevaban al estadio de un dios: los expertos, los historiadores de arte, los conservadores, los críticos, por no hablar de los cortesanos, los parásitos, los aduladores que estaban tan impresionados por lo que mi abuelo hacía con tanta facilidad que alimentaban así sus fantasmas.*¹⁰⁹



10. Dos imágenes de Pablo Picasso en su taller de Vallauris, París, donde el artista malagueño se vuelca por completo en la escultura y la cerámica. 1952.

¹⁰⁷ WITTKOWER, Rudolf y Margot. *Nacidos bajo el signo de Saturno. Genio y temperamento de los artistas desde la Antigüedad hasta la Revolución Francesa*, p. 97.

¹⁰⁸ *Ibíd.* p. 97.

¹⁰⁹ PICASSO, María. *Picasso. Mi Abuelo*. Barcelona: Editorial Plaza Et Janés, 2002, p. 134.

2.2.5. *Un espacio de película.*

Medios de difusión como la literatura, el cine o la televisión se han servido bien del mito y la leyenda existente tras la figura del artista. Como bien dice Mariano López Rodríguez, no por tratarse de medios relativamente actuales, como lo es el cine, existe mayor interés por ser exhaustivos con la vida y obra de los artistas, sino que más bien ocurre lo contrario, se recrean en la anécdota y su leyenda, el mito atrayente, sacrificando incluso datos veraces y documentados de la biografía de éstos:

(...) Los dos arquetipos más explotados en la representación del artista a través del cine serán: el genio, caracterizado por su libertad, inconformismo y trasgresión (...). Y por otra parte el Bohemio, caracterizado por su alienación del mundo que lo rodea, su rebeldía, misantropía, locura y marginalidad.¹¹⁰

Entre la filmografía consultada es llamativo observar como el cine muestra un interés mucho menor por la vida de escultores que por la de los pintores. Rencores aparte, en los tres o cuatro ejemplos analizados a continuación se aprecian con claridad los estereotipos más cinematográficos vertidos sobre el escultor y por supuesto la repercusión sobre la imagen de su taller.

Comenzaremos por “El Tormento y el Éxtasis”(1965) de Carol Reed. Charlton Heston interpreta el papel de Miguel Ángel Buonarroti en un momento de su vida en el que se ve obligado a abandonar los mármoles de la tumba de Julio II para enfrentarse a uno de los encargos más difíciles de su trayectoria: los frescos de la Capilla Sixtina. Nada más comenzar la película tiene lugar el primer enfrentamiento verbal: Bramante le advierte de que se ha decretado día de fiesta por la llegada victoriosa del Papa a Roma tras su última contienda y Miguel Ángel, que en esos momentos se encuentra tallando uno de los esclavos para la tumba del pontífice, se niega a cesar en su trabajo. El incidente no acaba ahí, acto seguido Buonarroti definirá la Basílica de San Pedro como un *excelente marco* para su obra escultórica, lo cual irritará bastante al arquitecto. Visualizamos la imagen del escultor *Indomable, altivo, orgulloso de su trabajo*.

(...) no mendigo la protección del Papa. Le soy tan necesario como el a mí, él me da trabajo y yo le doy monumentos, y ambos satisfacemos nuestras ambiciones¹¹¹

Pocos minutos más tarde, el Papa Julio II lee ante toda una audiencia de cardenales, con Miguel Ángel presente, dos sonetos escritos por el artista durante un momento de ira, donde ataca fuertemente al pontífice tachándolo incluso de “medusa”. Aunque irritado el

¹¹⁰ LÓPEZ RODRÍGUEZ, Mariano. Factores determinantes en la construcción del mito del artista. [en línea] 2010, p. 4.

¹¹¹ REED, Carol (Dir.). *El tormento y el éxtasis*. [DVD]. Estados Unidos: International Classics (prod.). 20th Century FoxEditorial (dist.). 1965.

Santo Padre perdona tal impertinencia pues reconoce que está ante “uno de los mejores artistas del mundo”.

Pero el *genio* indomable se verá envuelto entre cartones y andamiajes, bajo el techo de la capilla Sixtina, sometido a los deseos del Papa y viviendo -como reza el título del film- un particular tormento interior.

Tras destruir los primeros trabajos al fresco huirá a Carrara, a refugiarse entre los canteros y su amado mármol y donde vivirá una auténtica experiencia mística. Miguel Ángel, como si del propio Moisés se tratase, encuentra la inspiración en la montaña, a la que llegó buscando soledad. Dios mismo abre su mente y muestra al escultor, dibujado entre las nubes, uno de los episodios más emblemáticos de las Escrituras: la Creación de Adán. Estamos ante un acto divino, donde el artista es iluminado por Dios.

En la película incluso Julio II mostrará su admiración por el vínculo que el genio renacentista parece tener con el Creador. A la hora y 43 minutos de metraje tiene lugar uno de los diálogos más significativos entre el Papa y el Artista:

- *Dime... ¿Así es como tú le ves hijo mío?*
- *Sí Santo Padre.*
- *Ni airado, ni vengativo, sino así... fuerte, bondadoso, lleno de amor...”*
- *Conoce la ira sí, pero la creación es un acto de amor.*
- *Si puedes imaginarlo así Miguel Ángel, tienes lo que yo más necesito.*
- *Le estoy agradecido por el don que me ha dado.*
- *El mejor de los dones. Si yo volviese a nacer de nuevo, querría ser como tú, artista. Lo que tú has pintado hijo mío, no es un retrato de dios es un testimonio de fe.*
- *Santidad, la fe no necesita testimonios.*
- *No si eres un Santo o un Artista... pero yo sólo soy un Papa.¹¹²*

Tras retomar su trabajo en el techo de la Sixtina, el escultor cae enfermo y guarda reposo en su taller. Éste es un espacio amplio de una sola estancia, bastante irregular, con las paredes sin enfoscar –a ladrillo visto-, muy cerca de las obras de San Pedro. Probablemente el espacio sea cedido al escultor por el pontífice para que el artista trabaje en sus encargos, próximo a lo que parece ser su emplazamiento.

El taller es oscuro, sólo unas cuantas velas y la lumbre de la chimenea iluminan vagamente la estancia. Esa oscuridad dramatiza el ambiente. Una cama, una mesa principal pequeña pero robusta, varias sillas, un banco para modelar y un caballete conforman el mobiliario. Una tabla sobre el caballete, una mesa de trabajo larga e inclinada levemente –como si de una mesa de estudio se tratase- y varias paredes de la habitación se encuentran cubiertas

¹¹² Ibídem. Fragmento del diálogo producido a las 1:45:00 horas.

de bocetos y apuntes. La que parece ser una de las esculturas destinada a la tumba de los Medici, El Día, se encuentra también en el interior del taller, junto a otros fragmentos de mármol que pueden intuirse al fondo de la estancia. Amplias cortinas hacen las veces de separadores.

La que consideramos mesa principal parece ser polivalente pues en alguna escena se usa como mesa-comedor y en otras se encuentra llena de bocetos de barro o cera como una mesa de trabajo más.

La majestuosa maqueta de la tumba de Julio II siempre está a la vista, por ejemplo, durante la visita del Papa al escultor enfermo la maqueta ocupa prácticamente toda la mesa principal. Buonarroti ha arrimado la cama a la chimenea y cubre su cuerpo con una manta algo maltrecha, lo cual choca bastante con la indumentaria papal. Sin embargo, hay que destacar que el Papa se encuentra en el taller del escultor, honrando el lugar con su presencia y mostrando cierto interés por los objetos que allí se albergan. Mientras habla con el artista y le propone un plan alternativo para la ejecución de los frescos posa su mirada en los bocetos y demás objetos presentes.

También vemos los cartones o pliegos de papel destinados a transferir los dibujos los frescos de la capilla sobre el techo, elevados algunos en una plataforma de madera.

Parece que el director artístico trata de dar la impresión de que el taller de Miguel Ángel es un refugio sombrío, melancólico, con la presencia de bocetos predominando el plano y algunas obras importantes del escultor. El mobiliario ha de ser modesto o más bien pobre, pues recordemos que este alter deus de la creación sobrevive entre privaciones y penurias. La sórdida estancia, parece recordar a su vez el tormento que padece el propio artista. Sin familia, sólo una cama junto a la chimenea y una mesa bastan para satisfacer las necesidades habitacionales del Hombre, el resto de la estancia es absorbida por el Escultor.

Si Miguel Ángel Buonarroti es observado por el ojo mecánico de la cámara como un Genio tocado por la mano de Dios, melancólico y de temperamental, Camille Claudel encarna como nadie el perfil del escultor bohemio de los siglos XVIII y XIX, que acaba su vida en un centro psiquiátrico después de haberlo dado todo por su trabajo y su libertad creadora.



11. Selección de fotogramas de la película “El Tormento y el Éxtasis” de Carol Reed. Izquierda; Miguel Ángel, interpretado por Charlton Heston, contempla en el cielo el diseño para uno de los fragmentos bíblicos clave en el conjunto de frescos destinado a la Capilla Sixtina -*la creación de Adán*-. Derecha: el Papa Julio II se acerca al taller de Miguel Ángel cuando este se encuentra aún débil por enfermedad.

“La pasión de Camille Claudel” de Bruno Nuytten, nos descubre a una joven, de apenas unos 19 años de edad, con una personalidad arrolladora. Nada más comenzar la película tiene a su familia al borde de un ataque de nervios buscándola por doquier, pues la joven escultora ha desaparecido –parece no ser la primera vez-. Camille necesita arcilla para modelar y se abastece de ella clandestinamente, llenando una maleta con la ansiada tierra tras sustraerla de entre las zanjas de un terreno expropiado. Se trata de un acto impropio de una *señorita bien*, lo cual advierte al espectador de que se trata de una joven fuera de lo común.

Se niega a perder su libertad formándose en la Academia Colarossi y tras abandonarla empieza a compartir el alquiler de un taller con una amiga. Se trata de un pequeño piso de París, parece ser en la rue Notre-Dame-des-Champs, que en la película parece estar en una primera planta y compuesto por más de una estancia. Sin embargo, sólo veremos la estancia principal. En algún momento, Camille fabrica un vástago en una de las otras habitaciones pero todo ocurre fuera de plano y no sabemos qué aspecto tiene.

Tras un vistazo al espacio principal del taller encontramos: una mesa, un biombo, una estufa de leña -que también hace las veces de hornillo-, unas sillas, dos mesitas, una pequeña cajonera, unas baldas en la pared a modo de estantería, un reloj de cuco, un pequeño espejo, un armario amarillo y una alacena.

Un caballete para modelar se sitúa en el centro de la habitación, aprovechando toda la luz natural proveniente de la ventana. Se trata de un ventanal bastante grande, de unas seis piezas que ocupa prácticamente el ancho de la pared y de aproximadamente unos dos metros de alto. Éste da a una especie de patio interior.

M. López Rodríguez opina que *La pasión de Camille Claudel parece una excusa para acercarse a la personalidad del genio –Rodin- a través de la artista, cuyo papel consiste únicamente en enamorarse del maestro y volverse loca*¹¹³. Si bien, para nosotros, es relevante identificar en el personaje de la escultora francesa durante el largometraje muchos de los estereotipos románticos citados con anterioridad. Así como Rodin se mantiene entre dos aguas, por un lado el instinto, la pasión por la escultura y el impulso del *genio*, y por otro la posición acomodada tras lograr el reconocimiento social de la burguesía imperante y el panorama académico, Camille Claudel a medida que avanza la película se encuentra más en el lado oscuro de la leyenda, en el sufrimiento, el dolor, la excentricidad... hasta llegar a la locura. Diferencias que, en cierta forma, se observan si relacionamos los espacios de taller de estos titanes de la escultura. Rodin en esos momentos lleva a cabo sus “Puertas del Infierno” en el taller del depósito de mármoles, un amplio espacio que nos recuerda a las actuales naves comerciales y con un notorio equipo de ayudantes. Grandes ventanales y varias estancias. El espacio mayor parece reservado ahora al trabajo de las puertas, pero en

¹¹³ LÓPEZ RODRÍGUEZ, Mariano. Factores determinantes en la construcción del mito del artista. En... *Seminario Periódico del Grupo ACIS*. Madrid: Universidad Complutense. 2010, , p. 14. [En línea] [Consultado: 27/5/2017] Disponible en web: http://eprints.ucm.es/12211/1/lopez_mito_del_artista20100609.pdf

la habitación contigua encontramos otro gran espacio, donde Camille pasea absorta en su primera visita entre piezas de yeso, bronce y mármol. Estanterías de amplias baldas, llenas de piezas, se extienden por toda la pared de esta habitación. Éste parece ser el lugar donde trabaja Rodin, pues entre sus muebles encontramos varios biombos, caballetes para modelar, un sofá, sillas y algunas estructuras de madera para que puedan posar los modelos vivos, etc. Sobre un banco de trabajo, también dotado con una estantería, hay varios fragmentos de mármol. Pueden intuirse más estancias debido a la magnitud arquitectónica del edificio, entre ellas se muestra al espectador una pequeña destinada a labores de despacho y secretaría.

El depósito de mármoles aleja al escultor francés de la modesta –o deprimente- situación de la que suele hacer gala el artista bohemio. La amplia nave de Rodin y sus encargos institucionales chocan fuertemente con las aspiraciones de libertad creadora de Camille y su pisito parisino. Pero el director quiere un Rodin que, a pesar de todo, dé muestras de que es todo un genio creativo que no se ha vendido por completo a la burguesía. Por seguir con un pie en la leyenda del artista saturnino, su indumentaria conserva un aire descuidado y tosco, y su carácter es fuerte, con un toque de excentricidad. Camille empezaba a mostrar cierta decepción ante el que pensaba era un ser excepcional, único, pues en el depósito de mármoles lo ve trabajar poco. Por ello, y porque empieza a aumentar su atracción por la joven, el escultor da un paso más en esa relación, la visita en su taller y la invita a ver un lugar desconocido donde trabaja secretamente. Y ciertamente es un lugar desconocido para todos, pues en nuestra opinión, parece ser que se trata de uno de esos añadidos que nada tienen que ver con la biografía cotejada del personaje. Pero se trata del cine, y éste sabe que un exótico lugar apartado del mundo es un buen recurso para satisfacer al espectador si se trata de la imagen de un artista. Nada tiene que ver con la enorme nave del depósito de mármoles. Es un bajo, al parecer en una zona residencial de París, con tres espacios: un pequeño recibidor, una primera habitación amplia y oscura con una gran estantería para almacenar piezas y moldes, y después un espacio de trabajo. En éste último destacan su gran altura y luminosidad, proveniente de dos grandes ventanales. Dos estructuras de madera ocupan el centro de la habitación, una para el modelo vivo y otra para el modelado. Alrededor, un armario estantería, varias sillas, dos estufas, tres escaleras, caballetes... unas cortinas negras sirven al escultor para regular la luz natural y crear el ambiente adecuado para resaltar los volúmenes del modelo. Este taller se acerca más al pisito de Camille Claudel que a la gran nave del depósito de mármoles.

A lo largo de la película, tenemos la oportunidad de ver dos talleres más. Tras dar rienda suelta a la relación, Rodin adquiere La Folie-Neubourg, en la rue du Chant de l'Alouette, donde trabajarán juntos. A pesar de su visible estado de abandono se trata de un palacete, como dice Gérard Depardieu “en pleno campo y en París”, un espacio de ensueño para muchos donde vivir y a la vez poder dedicarse a la escultura. Incluso dispone de taller de forja. Volvemos a estar más cerca del depósito de mármoles, alejándonos del pisito de la rue Notre-Dame-des-Champs, y también de la libertad personal, pues Camille siente cómo poco a poco se ve absorbida por la agenda de Rodin, sus encargos y sus exigencias sociales.

La relación se rompe y Camille trabaja temporalmente en casa de su hermano Paul. En esta breve estancia fraternal es curioso ver cómo en apenas unos pocos fotogramas se transforma la pequeña habitación compartida.

En 1898, Camille rompe definitivamente con Rodin. Trabaja en el 63 de la calle Turenne, y unos meses después, se muda al 19 del quai Bourbon, en la isla de Sant Louis: vive en la miseria, sola, sin recursos, hasta el punto de que los tenderos le exigen a gritos que liquide sus deudas.¹¹⁴

El taller de Bourbon será el último taller de la escultora antes de ser internada en Ville-Évrard. Es un pequeño piso alquilado, localizado en uno de los bajos del edificio. Se trata de una estancia principal, considerablemente alta, provista de un altillo al que se accede por unas escaleras y donde podemos ver una hamaca, un sofá pequeño de dos piezas y un silloncito, unas cajas de madera, una escalera, la funda de un chelo...

La zona principal de taller dispone, en un principio, de varios objetos: espejo, biombo, armario, estufa-cocina, mesas, bancos de trabajo, caballetes, escaleras tres peldaños de madera, un amplio banco para sentarse... pero poco a poco Camille irá deshaciéndose de sus enseres para poder costear los materiales de sus obras, además de sufrir algún embargo. Al final el inmueble sólo contará con la artista y sus obras, como si de un desolador rincón de su mente se tratase.

A principios de 1913, poco antes de su ingreso escribía: (...) *ahora mi casa se ha transformado en fortaleza: cadenas de seguridad, matacanes, trampas para lobos detrás de todas las puertas testimonian la poca confianza que me inspira la humanidad*¹¹⁵.

Será en Bourbon donde tenga lugar una de las discusiones más significativas entre los protagonistas de este largometraje. Una escena donde el espectador vuelve a encontrarse con los dos estereotipos:

Rodin: Yo modelo la vida no la muerte. Tú le quitas la razón a la vida. Buscas el dolor... te embriagas de dolor, ¡fabricas el dolor! Representas la vida como una víctima. Como una mártir. (...)

Camille Claudel: (...) ¡¿Qué es para ti ser profesional?! Significa dirigir tres talleres a la vez y así incumplir los pedidos porque no das abasto. Significa ir a todas las fiestas sociales y no trabajar, porque pones a los obreros a que lo hagan por ti y tú sólo das el toque final a tus obras ¡¿Y te sorprende que yo como artista rechace ese sistema?! (...) ¡¿Necesitas apoyar a los politicuchos para defender tu trabajo?!¹¹⁶

No tenemos oportunidad de ver en la película la Villa de Brillant en Meudon- o apenas se nos muestra un pequeño plano de su fachada-, espacio de trabajo que Rodin adquirirá en

¹¹⁴ POLO, Higinio. Camille Claudel. Un extraño azul en los ojos. Fuente: *El Viejo topo*. Septiembre 2012, núm. 296, pp. 50-56. [consulta: 25 mayo 2017]. en web: <http://www.unidadcivicaporlarepublica.es/index.php/cultura/cukltura-artes-plasticas/6344-camille-claudel-un-extrano-azul-en-los-ojos>

¹¹⁵ Ibídem.

¹¹⁶ NUYTEN, Bruno (Dir.). "La pasión de Camille Claudel". Francia. 1988. [DVD]. [1:37:00]

diciembre de 1895 y que en 1948 se inaugurará como museo del artista. Sin embargo, sí tenemos algunas líneas dedicadas a este último taller por el poeta Rainer Maria Rilke:

*Da una impresión extremadamente fuerte esta amplia nave clara dónde todas estas esculturas blancas, deslumbrantes, parecen mirarnos, tras las altas puertas acristaladas, como la fauna de un acuario. Una gran, una inmensa impresión...*¹¹⁷.



12. Selección de fotogramas de la película “La pasión de Camille Claudel” de Bruno Nuytten, 1988. Izquierda: Camille Claudel en su primer taller de la rue Notre-Dame-des-Champs de París. Derécha: Camille Claudel visita a Rodin, interpretado por Gérard Depardieu en el depósito de Mármoles.

¹¹⁷ Fragmento de una carta de Rilke a su esposa Clara, 2 de septiembre de 1902. El museo Rodin-Moudon / Rodin Museo. [En línea], [consulta: 22 de Mayo 2016] en web: <http://www.musee-rodin.fr/es/el-museo-rodin/el-museo-rodin-meudon#sthash.E76iMeLM.dpuf>



13 Der.; Rodin enseña a Camille Claudel un taller modesto, muy distinto al taller de mármoles, donde lleva a cabo parte de su trabajo; Izq.: Camille Claudel en su taller de Bourbon.

No dejamos Francia y abordamos otro *biopic*, esta vez sobre el malogrado Henri Gaudier-Brzeska. En “Savage Messiah”, de 1972 y dirigida por Ken Russell, el escultor comienza una peculiar relación con la escritora polaca Sophie Brzeska, veinte años mayor que él. Encontramos un personaje introvertido, alocado y extravagante, cuya libertad de expresión e intolerancia a la burguesía está por encima de cualquier penuria económica. Se trata de un revolucionario, viviendo un periodo decadente entre el final de la Belle Époque y la Primera Guerra Mundial, que desde el primer momento se define a sí mismo como *genio*.

Durante una corta visita al pueblo de la madre del escultor, Sophie se hospedará en lo que parece ser la habitación-estudio de su infancia. La estancia, apartada de la vivienda principal, alberga objetos de toda índole; una amplia colección de mariposas y otros insectos expuestos en pequeñas vitrinas o expositores, huevos -muchos conservados cuidadosamente en su nido-, cráneos de animales, flores secas, pequeñas piedras o cantos rodados, conchas, caparazones, piñas y otras semillas, fotos viejas, piezas de madera, antigüedades varias,... sin duda evoca su conexión con la naturaleza. Este espacio es testigo de sus sentimientos y también del conflicto familiar que supone la relación entre ambos. Tras la desaprobación, vuelven a París y se alojarán en un antro digno de la bohemia. Se trata de un bajo, casi soterrado entre dos niveles. Sobre ellos los transeúntes y el tráfico y junto a ellos las vías del tren, con su constante tránsito de mercancías. El lugar es bastante gris, aunque dispone de dos grandes ventanales en arco que dejan pasar luz natural. En general los arcos destacan en su arquitectura, parece como si hubiesen cegado un puente que se sustentaba en ellos y lo hubiesen convertido en viviendas *low cost*. Sin muros divisorios, diáfano, alberga una estufa-fogón, una cama algo cochambrosa, dos mesas -una de ellas hace las veces de banco de trabajo-, tan sólo se ve una silla en la zona de trabajo, una vieja tumbona plegable y algunos enseres. Resulta llamativo observar que no dispone de caballete para modelar, función que ejerce una simple caja de frutas. Se trata de un espacio decadente y marginal, apropiado para un genio en bruto, un excepcional talento innovador que, a pesar de haber sido un ferviente antimilitarista, acabará embarcándose en una guerra y muriendo a la corta edad de 23 años.

Henri es enérgico y algo alienado pero rebosa vitalidad. Durante una cena invita a los comensales presentes a visitar su taller y ver una de sus últimas obras, hasta aquí todo parece normal si no fuese porque tal obra era en esos momentos sólo un proyecto y aún no había ni siquiera comenzado a materializarse en mármol. Contaba únicamente con una noche para realizarla. Tras hacerse con un mármol sustraído ilícitamente del cementerio, el escultor se ajusta las gafas de protección y comienza el desbastado con una disposición admirable y un discurso artístico que lo acompaña durante toda la jornada de trabajo.

Cada golpe debe de ser preciso... cada golpe es un riesgo(...). A un mal artista se le reconoce siempre, como un mal médico. Intenta envolver su trabajo de un cierto valor mágico. Es verdad que

*hay misterio, cierto, pero está tanto en el que ha hecho la obra como en el que la observa. ¡Es exactamente lo mismo!*¹¹⁸

Al margen del género biográfico encontramos un film reciente, con sello nacional, “El Artista y la Modelo” de Fernando Trueba. Esta pieza cinematográfica nos acerca a Marc Cros, un viejo escultor francés fascinado por la figura femenina, que vive todo un aislamiento voluntario a la espera de una idea, una auténtica Idea. Aislamiento que, a su vez, transmite el lugar en el que se rodó prácticamente toda la película; el taller del escultor.

En un pequeño pueblo francés fronterizo con España, en la montaña, Marc dispone de una vieja casa rural ajena a la guerra que azota en esos momentos a Europa, y en general ajena a todo lo que pueda venir del exterior. Se trata de una vivienda de dos plantas, de piedra, tosca y sin encalar. Parece tener adosados un cobertizo y un almacén. Como hemos dicho, su arquitectura también revela una existencia al margen del mundo que la rodea, sin necesidad de aparentar nada, permanece natural y en pie casi a duras penas. Se advierte una fuerte sincronía entre el personaje del escultor y su lugar de trabajo.

La segunda planta no es mostrada al espectador en ningún momento. Tan sólo uno de los personajes secundarios hace uso de ella en un momento dado. La planta principal cuenta con una modesta cocina, una chimenea y un pozo. El taller ocupa toda esa estancia. Encontramos algunos muros empapelados con bocetos y por doquier esculturas, casi de tamaño natural, realizadas en yeso o arcilla. Varios estudios de pequeño formato ocupan casi la totalidad de las estanterías dispuestas en baldas individuales en algunas paredes, y



14. Selección de fotogramas de la película “El artista y la modelo” de Fernando Trueba, 2012.

¹¹⁸ “Mesías Salvaj”. RUSSEL Ken (Dir.). 1972. Tiempo: 1:18:51.

los caballetes -sobre los cuales hay algunas obras- se acomodan entre las esculturas de gran formato.

Entre el mobiliario: una estantería junto al pilar central de la habitación, una estufa de leña en el rincón, un banco de trabajo bien abastecido de herramientas -dispuestas ordenadamente en la pared-, otro banco de trabajo de menor tamaño muy próximo, la tarima para la modelo, dos pequeñas mesas, dos escaleras -una de tres peldaños-, algunas sillas ...



15. Selección de fotogramas de la película "Môjû", o "la Bestia Ciega", de Yasuzo Masumura, 1969.

La iluminación es siempre natural y proviene de cuatro ventanas, entre las que destaca por su tamaño la que da al cobertizo exterior. Es delante de esta ventana donde se sitúa la modelo durante el posado. El artista trabaja en principio frente a un desnudo a contraluz, pero compensado por la luz de otra ventana que lo ilumina desde el lateral derecho. El taller es todo un remanso de paz, tan apacible y sosegado como el escultor que mora en su interior. Sin lugar a dudas, Trueba ha otorgado al taller uno de los papeles principales de la película.

Pero si hablamos de simbiosis entre el taller y su escultor hemos de mencionar, aunque sea brevemente, una película poco conocida del director japonés Yasuzo Masumura: "Môjû" (o "la Bestia Ciega", como se ha traducido en español).

Michio es un escultor ciego obsesionado por la belleza de la figura femenina. El espacio de trabajo en que suele recluirse para llevar a cabo sus obras es un fiel reflejo de la mente del artista. Totalmente oscuro, el taller parece ser una nave, su aspecto exterior algo abandonado pero su interior es muy amplio. Movidio por la idea de realizar su obra cumbre, y con ayuda de cloroformo, se hace con la modelo deseada. La joven sufrirá un largo cautiverio forzoso, aislada del resto del mundo en el taller de su secuestrador, donde pasará del pánico y la histeria al consentimiento y la pasión, y terminando en una entrega incondicional.

El taller se organiza básicamente en dos estancias: un espacio reservado para la cocina comedor -con un zulo reservado a la modelo- y el gran espacio de taller. Las paredes están cubiertas casi por completo con piezas escultóricas, es un *horror vacui* generado con fragmentos del cuerpo humano -del cuerpo femenino, por supuesto-. Sin embargo, se mantiene cierta organización, cada muro dispone de una fracción concreta del cuerpo: uno estaba ocupado por ojos, otro muro repleto de narices, otro de bocas, uno por senos... El formato de las piezas va desde la escala natural al tamaño monumental. Precisamente el centro de la nave lo ocupan dos desnudos femeninos de grandes proporciones. Al final, el espacio destinado al trabajo de Michio -al modelado en este caso- se ve reducido a una única y modesta mesa. Es interesante pensar en la transformación sufrida por el edificio, que en origen se trata de una construcción sencilla. En ella el escultor proyecta sus obsesiones y el resultado es una visión totalmente surrealista.

2.3. Antropología del taller habitado. Una malla tupida de elementos condicionantes.

El taller, como lugar, posee una carga antropológica notable. La mayor parte de los textos consultados en este campo han sido redactados por historiadores, sociólogos, arquitectos, por supuesto antropólogos... y sus objetivos difieren notoriamente de los nuestros; pero durante el análisis del *lugar habitado* observamos argumentos trasladables a nuestro modelo de trabajo y, por medio de ellos, podemos realizar otro tipo de análisis, obteniendo un conocimiento relacional entre habitante y espacio.

*La apropiación del espacio por parte del habitante no pasa sólo por la competencia práctica, sino que interviene también la noción que Henry Raymond denomina competencia lingüística, es decir, la capacidad del habitante para elaborar un discurso sobre su propio hábitat. El habitante pone en práctica su capacidad analítica para adaptarse, o también para legitimar, el espacio en el que vive, el espacio que siente como propio.*¹¹⁹

Estas palabras son de la doctora Blanca Sala Llopart, antropóloga sociocultural... podríamos haber usado otras palabras, pero no sería más claro el mensaje. Intentamos dar forma a nuestra *competencia lingüística* en torno al taller de escultor sin dejar de lado la *competencia práctica* –importante a consecuencia de la inclusión o presencia de una actividad como la fundición artística-. Y es eso, precisamente, lo que pretendemos al plantear nuestra tesis, *legitimar* nuestro espacio de trabajo –así lo hemos reflejado en nuestros objetivos- y por supuesto generar un discurso teórico coherente y consecuente con las necesidades físicas de un espacio como el taller y una actividad como la fundición.

El Dr. Adolfo Benito hace referencia en su artículo “Lo imaginario y la materialización del lugar habitado” a una posible *Estructura Clásica del Lugar* (ya planteada por el arquitecto austriaco Christopher Alexander¹²⁰) utilizando la imagen metafórica de una *malla* o *red de pescadores* como estructura general del mundo y, más concretamente, del complejo organismo urbano.

Si bien se plantean dudas sobre la validez de esta metáfora en el campo de la arquitectura, sobre todo en materia de construcción o diseño urbanístico, para nuestro enfoque o campo es un ejemplo bastante acertado. Los escultores pueden establecer los límites físicos de acción en los talleres marcando el desarrollo de sus actividades, pues existe una dependencia clara entre la actividad, el grupo y el escenario. Reconociendo el taller como un escenario dentro de un elemento mayor, tanto éste como su habitante son determinados por su ambiente, su estructura urbana global y otros elementos externos, en ocasiones afectos culturales y en otros casos necesidades materiales.

¹¹⁹ SALA i LLOPART, Blanca. Antropología y arquitectura. La apropiación del espacio del hábitat. *Temes de disseny*. 2000, núm. 16, pp. 14-15.

¹²⁰ BENITO NARVÁEZ-TIJERINA, Adolfo. Lo imaginario y la materialización del lugar habitado, p. 13.

Esa *estructura clásica del lugar* en la que se sitúa nuestro modelo de estudio es básica para construir nuestra tesis. La intención es controlar cuantos efectos se originen en relación a los dos núcleos centrales del proyecto: El Taller y la Fundición Artística. Cada *jaloneo* a la metafórica *malla* tiene su consecuencia en el lugar, o en su defecto en la actividad –lo cual inmediatamente afecta al lugar-. El marco espacial sobre el que nos movemos es lo suficientemente reducido para poder apreciar bien las consecuencias de actuar físicamente sobre uno de los elementos de conjunto.

Esta visión pluridisciplinar no es un caso aislado entre aquéllos que pretenden definir un lugar donde la relación con su habitante es tan fuerte. Por ejemplo la Dr. Blanca Sala Llopart considera un error enfrentarse a ese problema, y *concretamente al espacio arquitectónico, de forma unívoca*. Y para Pierre Bordieu, *las prácticas y las representaciones espaciales, (...), estarían generadas y organizadas por estructuras de carácter colectivo denominadas habitus*¹²¹. Pero es importante tener algo muy claro, los elementos -o *habitus*- de esta estructura básica del lugar en la que se encuentra nuestro modelo de estudio no tienen un carácter determinista. Actúan como delimitadores o condicionantes de la actividad escultórica pero dejan al escultor un margen de libertad:

*(...). El habitus pasa a ser de este modo una capacidad infinita de generar prácticas y formas sociales, prácticas y formas arquitectónicas, a medio camino entre los condicionantes que forman parte de un determinado contexto histórico-sociocultural y la creatividad. Por tanto el habitus no es algo estático, sitio que adquiere todo su sentido en la noción de cambio y de proceso de transformación. Las diferentes esferas de la vida social se van reactivando y actualizando a través de un proceso constante de revisión, selección y transformación de los elementos existentes y, al mismo tiempo, a través de un proceso de incorporación de elementos nuevos. El equilibrio de permanencia y cambio, entre imitación e invención, entre lo heredado y lo nuevo, ayuda a que las diversas esferas no pierdan su vigencia y su sentido, y a que no se dificulte el proceso de apropiación y reapropiación de la realidad.*¹²²

Si dejamos de lado temporalmente la estructura básica en malla y disociamos al escultor y su taller de toda esa red de elementos influyentes, encontramos un proceso muy concreto: un acto de apropiación mutua. La apropiación del espacio por parte del habitante forma parte del proceso que hace que la sociedad convierta los espacios en lugares. *Desde el terreno de la antropología del espacio, uno de los puntos de interés se ha dirigido a analizar la capacidad de engendrar prácticas de apropiación del espacio del hábitat por parte del propio habitante, es decir el conjunto de actuaciones mediante las cuales el habitante se adapta a un espacio*. El espacio de taller sufre obviamente una transformación física debido a la actividad escultórica, es lo que Henry Raymond denomina competencia práctica del habitante.

¹²¹ SALA i LLOPART, Blanca. Antropología y arquitectura. La apropiación del espacio del hábitat, p. 3.

¹²² *Ibíd.*

*Sería el resultado de un proceso de creación y recreación llevado a cabo por el habitante, de un proceso de adaptación y readaptación entre espacio y sociedad de acuerdo con unos modelos culturales o unos habitus.*¹²³

Es interesante leer en la cita de Raymond que se ha de *crear y recrear* el espacio, pues aceptar un planteamiento similar, con esos mismos términos, para nuestro modelo de estudio es reconocer el taller como un producto más de la actividad creativa del escultor. Michel de Certeau habla de los *artistas cotidianos* o *habitantes-artistas* y cómo éstos manipulan, personalizan, reutilizan o poetizan el espacio habitado, reconociéndose coautores de los lugares resultantes¹²⁴. Recuerda un poco al impulso de Joseph Beuys por democratizar el acto creativo.

2.3.1. *El trastero Habitado.*

*No es ajena la idea de taller del artista como un lugar cuasi fantasmagórico en donde, ya sabemos, se reúnen las baratijas y objetos sin valor de uso de lo más variado en un 'cuidado desorden'. O se acopian objetos de valor artístico menos discutible, o también se apilan almacenados torsos, fragmentos y despojos anatómicos con los que reconstruir nuevamente,..., el mundo.*¹²⁵

Un primer impulso cuando disponemos de taller es abastecerse de materiales y equipamiento. Hay objetos que suelen ser adquiridos incluso antes de disponer de un espacio de trabajo. En muchos casos no existe una planificación clara, tan sólo el objetivo de estar prevenidos para cualquier eventualidad escultórica. Se trata de un acto de apropiación habitual, un buen ejemplo del impacto del habitante sobre el espacio habitado.

Esos lugares acaban siendo almacenes con vocación de taller, espacios que a menudo corren el riesgo de no convertirse nunca en el lugar de trabajo que se deseaba y sólo llegan a cubrir las necesidades de almacenaje.

Podría profundizarse seriamente en las razones psicológicas hay quien lo achacaría a causas de origen genéticas- del comportamiento generalizado de muchos artistas por aprovechar artículos de segunda mano, objetos en desuso o materiales desechados. ¿O acaso no son a menudo los escultores diagnosticados por algún neófito con el síndrome de

¹²³ Ibídem, pp. 3-5.

¹²⁴ Ibídem, p. 86.

¹²⁵ TARRAGO MINGO, Jorge. *TARRAGO MINGO, Jorge. Habitar la inspiración / Construir el mito. Casas-taller de artistas en el periodo de entreguerras*. Valencia: Ediciones generales de la Construcción, 2007.

Diógenes? Lo cierto es que lo inusual es encontrarse con lo contrario: un taller de escultura que únicamente disponga de las herramientas y productos necesarios para materializar trabajos inmediatos y con un perfil técnico muy específico. Pensar en el taller como en un *trastero habitable* es pensar en él como algo orgánico y vivo.

Se trata de redescubrir materiales, de almacenar por previsión y de aprovechar lo fortuito. El taller termina admitiendo ese tipo de prácticas, albergando entre sus paredes tanto el instrumental indispensable como objetos cargados de posibilidades para resolver proyectos futuros. Y no podemos olvidar los excedentes escultóricos que terminan acumulándose con el tiempo. Si el escultor es muy productivo y por el contrario su obra no responde a ese nivel de producción con una buena demanda, encontramos una de las imágenes más habituales en el taller: estanterías llenas de bocetos, piezas a medio terminar en los caballetes, obras de una exposición pasada envueltas en sábanas y protegidas aún en su plástico de bolitas, etc. Se trata de la obra no emancipada, aquella a la que le cuesta abandonar a su creador o –como en el caso de los bocetos- que nunca tuvieron esa intención. Forma parte del ciclo y el escultor les busca un hueco pues, ¿por qué no?, al fin y al cabo el escultor dispone de su taller también para la contemplación y el disfrute de su propia obra.



16. Izquierda: “Mur de l’atelier” de Adolph Friedrich Erdmann von Menzel, óleo sobre lienzo, 1872; Derecha: imagen del “Bourne maquette studio” de Henry Moore.

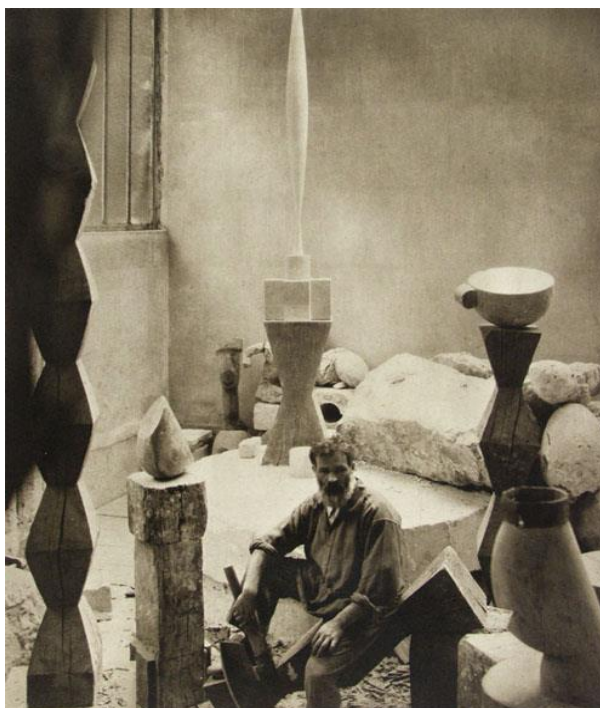
Las fotografías tomadas por el propio Brancusi en su taller son claro ejemplo de las cualidades expositivas que puede llegar a tener este tipo de lugares. Las piezas se combinan

entre ellas perdiendo el carácter unitario que tuvieron en su concepción y adquiriendo un nuevo sentido compositivo –él mismo los definía como *grupos móviles*–.

El tiempo las patina y la luz que llega a los rincones con su carácter desinteresado les hace cobrar cierto protagonismo. Ángel González nos cuenta cómo el artista se mostraba reacio a romper esos conjuntos escultóricos, negándose a vender las piezas individualmente y fomentando la adquisición por grupos de esculturas para evitar tal divorcio compositivo. El coleccionista, de ese modo, sentía que desplazaba directamente a su casa un fragmento del taller del escultor¹²⁶.

En la proyección de un trabajo escultórico la iluminación final, la puesta en escena, es de vital importancia, sobre todo al pensar en el modo de presentar la obra artística al observador. La escultura necesita de la luz para que sus formas cumplan con su discurso estético, es quien enciende en cierto modo el volumen. Durante el proceso de realización el escultor precisa de cierta variedad lumínica que le permita trabajar cómodamente. En cuestión de seguridad es importante disponer de una luz adecuada para cada labor. La luz de taller no ha de ser definitiva, tan sólo transitoria y un apoyo para el artesano. Existen otras luces en el taller de igual importancia o mayor, pues la que viene del exterior es superficial y el escultor ha de aportar su luz interior¹²⁷.

A pesar de todo, en ocasiones esa iluminación exterior, filtrada por las ventanas del taller, encaja como un guante en la pieza concluida, potenciando esa sensación de que la obra pertenece realmente al lugar donde se engendró y que desprenderse de ella es como desprenderse de un trozo del taller. Por esto mismo consideramos que la *apropiación* es un proceso mutuo, en varias direcciones, pues también el escultor y su obra se dejan envolver por el espacio arquitectónico y se empapan en cierta forma de él.



17. "Brancusi en su Estudio", Fotograbado de placas realizado por Jon Goodman y Richard Benson, 1925.

¹²⁶ GONZÁLEZ GARCÍA, Ángel. La zanja luminosa, pp. 82-84.

¹²⁷ BLANCO, Venancio. El oficio del arte. [Video Documental; DVD PAL 16:9, Estéreo]. 2011.

2.3.2. *La casa-taller.*

Términos como el de casa-taller expresan la fuerte necesidad de tener cerca el espacio de creación, renunciando a una habitación, a un garaje o a toda una planta de nuestra vivienda particular o familiar. Tal acogida en el seno del hogar dice mucho de la relación escultor-taller. Guillermo Aymerich destaca el gran número de artistas que suelen *autorrepresentarse*¹²⁸ o fotografiarse en su taller, dando clara muestra de lo significativo del lugar, tan presente después en su obra. Los artistas trabajan con tal vehemencia en ese espacio de intimidad y energía creadora que en algunos casos el propio taller se convierte en el fin último del proceso creativo. Tenemos el ejemplo de *Merzbau*, donde Kurt Schwitters puso tal intensidad en sus investigaciones sobre el *collage* y las construcciones en el espacio que su propio lugar de creación, su taller, terminó convertido en obra artística.

*La imbricación obra/atelier más radical se encuentra en Merzbau, la construcción generativa y procesual de Schwitters. Obra que ocupa el propio lugar habitado por el artista (atelier) mediante continuadas superposiciones.*¹²⁹

*Schwitters va formando una especie de tótem uniendo elementos que va encontrando cada día, ocupando todo el espacio del estudio, formando y transformando objetos que llaman su atención:... Este espacio caótico y abarrotante de elementos, el espacio del estudio, se convierte en el espacio del objeto-construcción, el de la instalación de objetos.*¹³⁰

O el caso del pintor vanguardista Piet Mondrian, quien también hizo uso de su propio estudio de la Rue du Depart para ejemplificar sus ideas en torno a la forma y el color:

*En su taller-laboratorio, el pintor decimonónico recreaba, escogía y combinaba el mundo desde el interior, desde una soledad fecunda. Salvando las distancias, la casa-taller de Mondrian es al tiempo un ejemplo único, expresión fiel de sus ideas con respecto al arte y su postura frente a la sociedad, y forma parte imprescindible e inseparable del proceso creativo y vital del artista.*¹³¹

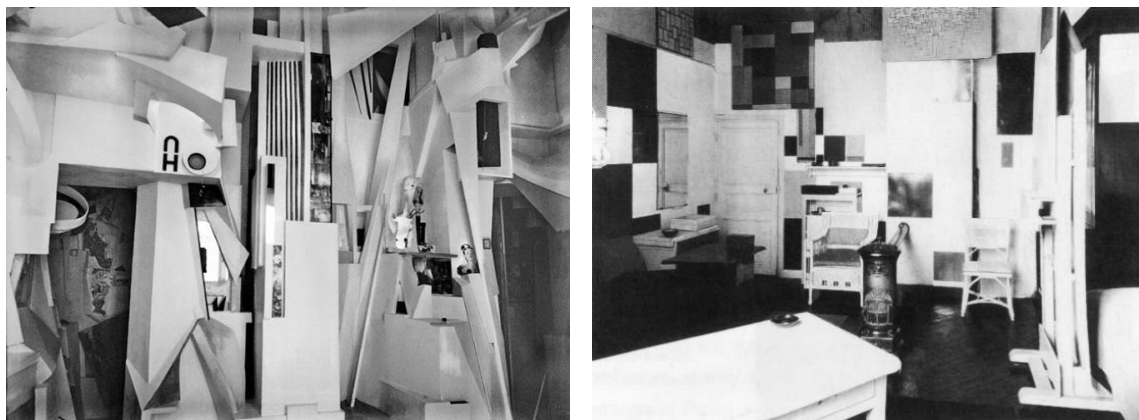
Sin embargo no todos los planteamientos constructivos sobre el taller van en la línea de convertir estos espacios en un producto más del artista, en un modelo teórico de las ideas estéticas de su habitante. Jorge Tárrago, nos habla en su libro “Habitar la Inspiración / Construir El Mito” del interés suscitado durante el pasado siglo por este modelo híbrido de vivienda y espacio de trabajo en un buen número de arquitectos.

¹²⁸ AYMERICH, Guillermo. Arte habitado: Consideraciones artísticas acerca del lugar. En: *Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG*. 2015, v.5, n.9, pp.117-133.

¹²⁹ *Ibíd*em, p. 122.

¹³⁰ MATÍA, Paris; BLANCH, Elena; DE LA CUADRA, Consuelo; et al: *Procedimientos y Materiales en la obra Escultórica*, p. 78.

¹³¹ T TÁRRAGO MINGO, Jorge. *Habitar la inspiración / Construir el mito. Casas-taller de artistas en el periodo de entreguerras*, p. 143.



18. Izquierda: “Merzbau” de Kurt Schwitters, 1933; Derecha: Taller de Piet Mondrian en la rue du Depart. Paris, 1926.

El artista moderno, o al menos una de sus versiones más refinadas, es considerado un símbolo o leyenda social, por lo que su casa-taller ofrece al campo de la arquitectura alternativas en relación al diseño de espacios domésticos a principios del siglo XX¹³².

Tárrago, al igual que nosotros, reconoce y admite la presencia de ciertos estereotipos en torno al artista. Que la actividad de éste siga considerándose un acto creador, una muestra de genialidad, parte del ensueño, la fantasía, la inspiración,... no impide que su taller sea considerado un espacio habitacional que ha de ser redescubierto. Más bien todo lo contrario, para Tárrago el mito fomenta ese redescubrimiento. Además, el taller representa un lugar de reflexión, que mantiene una separación o desvinculación saludable con el mundo exterior, convirtiéndose en un modelo constructivo con potencial para un proceso de creación y reconstrucción social y arquitectónica.

*Parece que el artista decimonónico tiene el deber de ser una excepción, de mantenerse voluntariamente al margen, porque sólo desde el interior puede estar en condiciones de interpretar y a la vez analizar con precisión las dos partes de esa sociedad reunida en el taller.*¹³³

Entre las posibles conciliaciones implícitas en un espacio como la casa-taller, ante todo, nos interesa la relación o convivencia entre espacio habitacional o vivienda, refugio para la inspiración y lugar de trabajo. O dicho de otra forma, lo que nos atrae es la idea de un espacio arquitectónico único, que albergue en igualdad de condiciones al hombre, al artista y al artesano coexistentes en nuestro escultor modelo de estudio. En este sentido destacamos el interés de Heinrich Tessenow por su apuesta por el trabajo artesanal en un momento histórico de grandes cambios tecnológicos y estéticos.

Tessenow considera al artesano como un modelo social en el que se equilibran la actividad profesional y el ámbito doméstico. Su espacio de trabajo es entendido también *como*

¹³² *Ibíd.*, p. 10.

¹³³ *Ibíd.*, p. 23.

*conformador y unido a la experiencia personal*¹³⁴. El arquitecto apuesta por la *simplicidad, el orden y la claridad* de las formas constructivas que a su vez son principios propios de la actividad artesanal que nos ocupa, pues la fundición artística requiere de una dinámica de trabajo ordenada y con una división clara de las etapas de trabajo. En cuanto a la *simplicidad*, para ejercer este tipo de actividades en el taller de escultor se precisa de un gran esfuerzo para optimizar cuanto sea posible los recursos necesarios, o bien simplificar los procesos técnicos. El enfoque casi *antiurbano* de los principios arquitectónicos de Heinrich Tessenow da pie a un esquema constructivo que encaja como un guante en las expectativas idílicas de nuestro escultor-fundidor:

*(...) el espíritu artesanal nos mantiene unidos a la casa. Y nos hace tener una tierra propia, donde situar casa, patio y jardín, y un taller como lugar central. Un taller que almacena nuestras fatigas y preocupaciones y tristezas, pero también nuestro orgullo, nuestras risas y canciones.*¹³⁵

Señalar también la figura del arquitecto francés August Perret, responsable de varios proyectos en torno a la casa-taller, entre los cuales destacamos el espacio diseñado expresamente para la escultora Chana Orloff.

*El programa de estas viviendas, con el taller en la planta baja o en la primera, según casos, se resuelve con la sencillez y sobriedad propia de quien satisface unas demandas elementales de espacio para el trabajo, para su exhibición y finalmente para la habitación -este último normalmente subordinado a los anteriores- organizándolos sin intentar traducir en arquitectura las teorías artísticas de sus moradores.*¹³⁶

Tanto H. Tessenow como A. Perret, tienen proyectos cuyos planteamientos arquitectónicos se acomodan bien a las exigencias constructivas requeridas por un escultor que funda pequeñas piezas en su taller. Espacios amplios de trabajo, sencillo en su geometría y situados en planta baja. Si bien el taller de Chana Orloff hubiese requerido algunos cambios puntuales, como sustituir el parquet por un pavimento más apropiado -como una solera de cemento- o incluir entre las instalaciones un sistema de extracción que permita expulsar las emisiones producidas durante la actividad. Modificaciones poco complejas para ese tipo de arquitecturas.

¹³⁴ Ibídem, p. 113

¹³⁵ Ibídem, p. 117. Cita a: H. Tessenow.

¹³⁶ Ibídem, p. 281.



19. 20.. Fachada e interior del taller de Chana Orff en Villa Seurat, Paris.

Sin embargo, seguimos creyendo en la idoneidad del modelo rústico o *antiurbanita* de Tessenow, compuesto de tres elementos básicos: casa, patio-jardín y taller. La disponibilidad de espacios abiertos facilita llevar a cabo procesos inapropiados para espacios cerrados, pues generan una cantidad notoria de humos y partículas perjudiciales para la salud. Disponer de un patio exterior simplifica mucho, como veremos más adelante, las instalaciones necesarias en el taller.

Destacar también el carácter de estas viviendas-taller, pues se trata de diseños especialmente proyectados para tal fin, desde cero, mientras que en casos anteriores, como el taller-guardia de Giacometti en la rue Hippolyte-Maindron o el taller de Venancio Blanco y su hermano en María de Molina, la arquitectura existente se veía invadida por la actividad escultórica de sus nuevos inquilinos, era modificada a posteriori en muchos aspectos. H. Tessenow y A. Perret, sin embargo, contaban con algunos de esos aspectos a priori de la materialización del espacio arquitectónico.

2.3.3. *Un apoyo virtual en la organización del taller de escultor.*

Al igual que en los imaginarios urbanos definidos por el Dr. Adolfo Benito, las conclusiones físicas que definen la práctica de la fundición artística en el taller de escultor son consecuencia de la relación existente entre la visión ideal del artista ante tal binomio técnico-espacial y las posibilidades físicas existentes en el momento de llevar a cabo la planificación del lugar. *Un ir y venir de los hechos físicos a los hechos de la imaginación...*

Imaginamos que un paso más allá (...), sería el que abriera la posibilidad de sumergirse en un ambiente similar al del sitio en que uno vive, y construir la solución directamente y en interacción con otros habitantes (...). Una posibilidad de este tipo es la que plantean los sistemas de simulación

*digital en los que es posible experimentar un ambiente simulado y actuar en él modificándolo, manipulándolo y observando la evolución del mismo.*¹³⁷

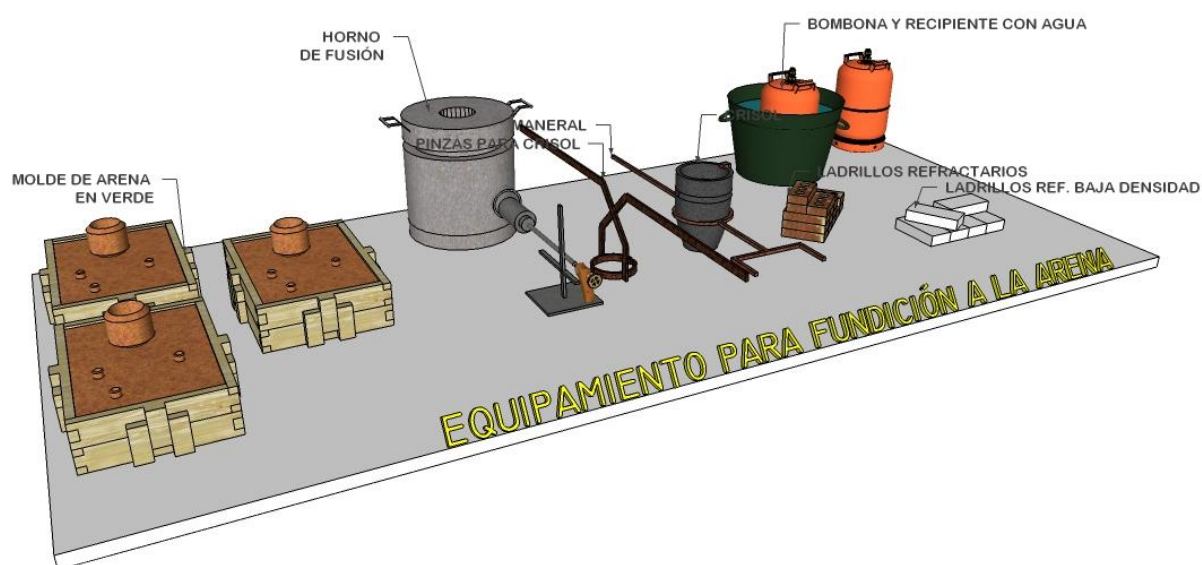
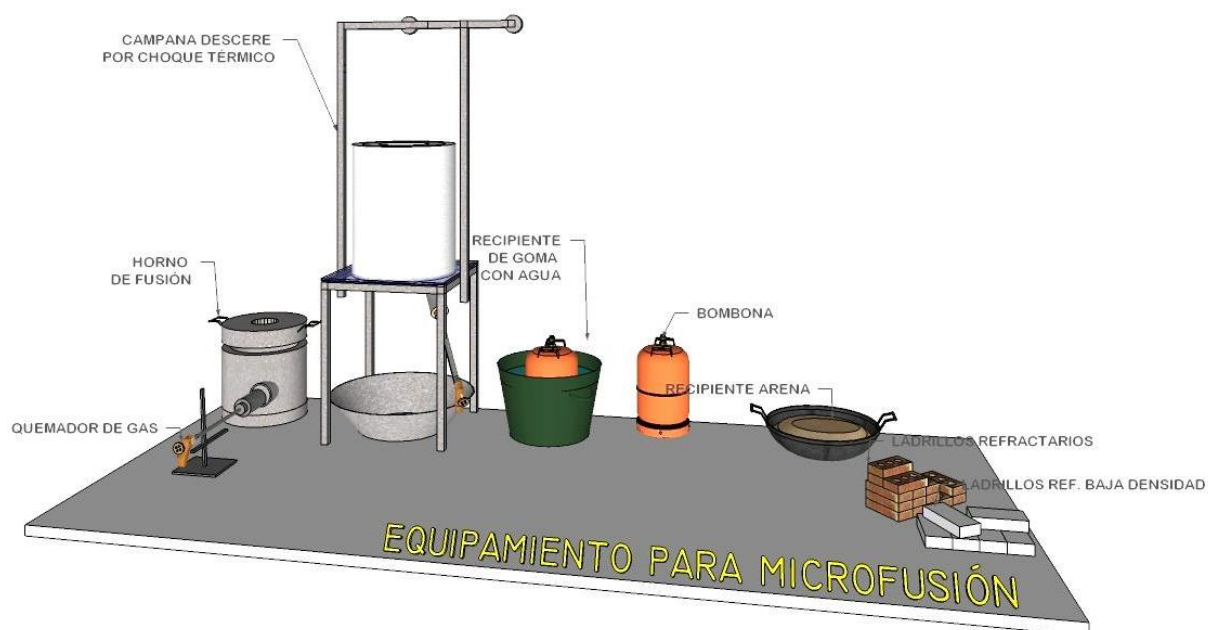
No podríamos estar más de acuerdo con este autor en ese sentido. Los softwares de modelado, renderización o animación 3D, es decir esos *sistemas de simulación digital* mencionados por A. Benito, pueden facilitar bastante a un escultor la integración de aquellos equipos de trabajo necesarios para una actividad como la fundición artística en su propio espacio disponible de taller, así como planificar zonas de trabajo y maniobrabilidad. Por ello, se han generado una serie de modelos 3D relacionados directamente con la actividad que nos ocupa, para que el escultor disponga de ellos con el fin de planificar su espacio de taller virtualmente.

No se trata de recrear modelos digitales muy realistas, basta que ejemplifiquen de un modo claro la morfología de los equipos de trabajo necesarios en fundición artística. Su forma externa y su escala son aspectos fundamentales para que el escultor, tras generar la simulación virtual de su taller, estudie la colocación o situación apropiada de todos los elementos físicos que ocuparán ese espacio.

Hemos elegido *Google SketchUp*, como software de trabajo por una serie de razones:

- Se trata de un Programa CAD cuya versión básica es gratuita, lo que hace que cualquier persona que disponga de un PC o Mac pueda instalarlo en su equipo.
- Su manejo e interface son muy sencillos, lo cual lo hace viable para cualquier persona con conocimientos mínimos de este tipo de programas.
- Los modelos pueden ser compartidos altruistamente, lo que permite la divulgación sin ánimo de lucro de los modelos 3d que se realicen. Esto ayuda a su vez a la divulgación de este tipo de iniciativas culturales.
- Además permite que el escultor disponga de una galería de objetos 3d realizada y cedida al colectivo por otros usuarios de SketchUp, pudiendo encontrar una gran variedad de productos, tanto mobiliario como equipos electrónicos y demás, con los que completar el diseño de su espacio de taller.

¹³⁷ BENITO NARVÁEZ-TIJERINA, Adolfo. Lo imaginario y la materialización del lugar habitado, p. 18.



21. 22 Dos muestras de la galería de imágenes diseñada como herramienta de apoyo para que el escultor analice el equipamiento necesario para integrar la fundición artística en su espacio de taller. En el Anexo III-CD, se encuentran todos los modelos diseñados en el marco del presente proyecto

2.4. EMULANDO AL LUGAR DONDE APRENDIMOS: LAS AULAS-TALLER DE FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA

*¿Qué es lo primero que podríamos decir de un escultor, o lo más propio de él, sino que está en su taller y casi añadiría que a todas horas, pasando las noches de claro en claro y los días de turbio en turbio,...?*¹³⁸

Tras años de formación artística –personal y académica-, es común albergar la esperanza de disfrutar en un futuro no muy lejano de un espacio privado donde encontrar la soledad necesaria para enfrentarnos a nuestro trabajo como escultores. Proyectamos en nuestra mente lugares idílicos, equipados con todo lo necesario para dar respuesta técnica a cualquier proyecto artístico. Y con esos nidos en la cabeza, poco a poco, nos hacemos con un ajuar de herramientas y útiles de escultura antes de ni siquiera disponer de un lugar concreto de trabajo.

El escultor Venancio Blanco considera el periodo de formación como un taller más a tener en cuenta; espacios en los que pasamos muchos días, donde recibimos consejo de profesores y compañeros, donde empezamos a ser críticos con nosotros mismos... lugares donde hacemos nuestros primeros esfuerzos para llegar a ser escultores¹³⁹. Los talleres donde nos formamos son los antecesores del que será el nuestro, y por qué no decirlo, un ejemplo de organización, un modelo de referencia en la distribución de espacios. Tarde o temprano llega el día en que todo ese espacio virtual imaginado por nosotros mismos ve la luz. Puede que las limitaciones económicas modifiquen el proyecto inicial de taller, pero poco importa, pues la sensación de disponer de un lugar donde trabajar la escultura es muy gratificante y como inicio nos basta.

El taller, físicamente delimitado por unas cuantas paredes, empieza a crecer internamente a través de quien lo habita: su organización basa su ergonomía en las necesidades del escultor; su equipamiento encuentra razón de ser gracias a los procesos de creación y los requerimientos de la obra escultórica; poco a poco se acumulan materiales y herramientas que con el tiempo serán elementos *omnipresentes* de ese lugar, tanto como el propio artista. Puede ser cierto que cualquier artista que se precie lleva dentro lo que necesita para crear, no obstante, cuando un escultor comprometido con justificar el valor del concepto de

¹³⁸ GONZÁLEZ GARCÍA, Ángel. La zanja luminosa, p.71.

¹³⁹ BLANCO MARTÍN, Venancio; CAMÓN AZNAR, José. *El Taller. Discurso leído por el Ilmo. Señor Don Venancio Blanco Martín en el acto de su recepción pública y contestación del Excmo. Señor Don José Camón Aznar*, pp. 9-10.

Proceso encuentra un lugar donde ejercer su oficio, sabe que en ese lugar dejará mucho de sí mismo.

Se haría muy largo este discurso si pretendiéramos traer aquí cuanto ocurre en el propio taller. ¿Qué le pasa al artista, qué le pasa al hombre, qué le pasa al artesano en su taller? Tres facetas distintas de la misma persona que tendrán que coincidir forzosamente dentro de una misma imagen cuando se llegue a ese arduo y trabajoso milagro que es un producto logrado en el arte. Pero cuántos trabajos, cuántos tropiezos, cuántas caídas y resurgimientos para encontrar algo de lo que buscábamos.¹⁴⁰

El artista alcanza cierto grado de emancipación personal y ante todo profesional, cuando dispone de taller. El taller es un espacio de soledad, aunque existan épocas en las que esa soledad haya de compartirse. Es muy común echar un vistazo a los anuncios de alquiler y encontrar frases como: *se busca compañero de taller o taller compartido, muy buen precio*. Pero, al igual que el concepto de familia numerosa, el concepto de taller ha visto reducido su cupo máximo de miembros a dos o tres personas -y cada cual a su labor-. Suelen ser etapas y en algún momento la independencia es total.

El aula-taller donde el artista recibe su formación es posiblemente el principal modelo de referencia. Al concebir o proyectar su propio lugar de trabajo, el escultor piensa en ella como ejemplo a emular. El taller en la Escuela de Artes y Oficios Artísticos, el aula de fundición de la Universidad o tal vez la fundición artística local donde hizo las prácticas, son los escenarios donde transcurrió su infancia escultórica. Si observamos los centros de enseñanza superior donde se imparte fundición artística, los docentes responsables están vinculados notablemente con la materia. En las facultades de Bellas Artes merece un gran reconocimiento la implicación y el esfuerzo que los profesores de fundición han demostrado en muchos aspectos.

La verdad que después de contrastar las circunstancias que hemos estudiado si existe en un centro la fundición no es algo gratuito, detrás de esto hay un trabajo de muchas horas de profesorado que es consciente de la importancia de esta materia dentro de las artes plásticas y que ha tenido que convencer por medio de los resultados que la fundición tiene un lugar en las facultades de Bellas Artes, jugando un papel muy valioso en la formación del alumno de Bellas Artes. En algunas de ellas se ha convertido en la asignatura estrella de los estudios de estos centros, donde incluso la demanda del alumnado hace limitar la matrícula en esta asignatura. Esto no es algo anecdótico, ocurre en Bilbao, Barcelona o Valencia.

Con esto llegamos a plantearnos la siguiente reflexión, por un lado; hemos visto que el profesorado responsable de la materia, es el que generalmente ha impulsado más su desarrollo, y eso que no es una disciplina fácil de organizar, ni de impartir. Además con el gravante que implica un esfuerzo y

¹⁴⁰ Ibídem, p. 11.

*dedicación muy considerables en comparación a otras asignaturas del área de Escultura y en general de los estudios de Bellas Artes.*¹⁴¹

En este tipo de entornos sociales o profesionales se generan habitualmente modelos claros de comportamiento. Encontramos cierta tendencia a actuar del mismo modo en el trabajo escultórico personal y esto repercute en la identidad del espacio propio de trabajo. Esos comportamientos generalizados a la hora de ubicarse en un espacio concreto -con unos condicionantes determinados según la propia situación personal - dibujan una especie de patrón, el cual, creemos, responde en cierta forma a un modelo de clasificación piramidal.

En los espacios donde recibimos nuestra formación lo encontramos todo y es fácil convertirlos en leyenda. Entre sus paredes se tiene contacto con el fuego y la cera, se aprende las técnicas, el manejo del equipamiento necesario para las primeras piezas, allí se encuentran todos los materiales, el metal, los refractarios, el combustible... Para el escultor son la imagen primaria de Taller, como la Casa Natal para cualquier habitante cuando busca fuera un hogar propio, confortable, donde echar raíces¹⁴². Si bien, esta situación expone al escultor emergente a ciertos riesgos, pudiéndose ver incluso superado por una imagen demasiado idealizada. Sabemos que esos talleres han sido planificados y construidos bajo la supervisión de profesionales cualificados, con el visto bueno de las entidades nacionales o internacionales pertinentes y que sus objetivos son la docencia o la producción dentro del sector industrial. Es más, esa planificación y equipamiento se lleva a cabo al margen del escultor o alumno que posteriormente se forma en ellos, que llega y se lo encuentra todo hecho. En ese momento le basta, no necesita conocer el modo en que un aula de fundición llegó a tener toda la infraestructura que alberga, únicamente ha de centrarse en sus trabajos personales, sus proyectos, sin llegar a plantearse muchas preguntas. Más tarde, cuando debe enfrentarse a equipar su propio taller, el escultor posee un modelo de referencia que recuerda con nostalgia, afecto, admiración... pero del que desconoce por completo la forma en que se construyó. Tiene en mente una idea clara del lugar que desea pero no sabe con precisión cómo materializarla.

Creemos relevante destacar lo que aportan estos espacios, académicos o profesionales, en materia de distribución, técnica, equipamiento y planificación de zonas de trabajo. Por ejemplo, con respecto a los centros universitarios se trata de años de esfuerzo para adaptar e integrar técnicas como la fundición artística entre sus talleres. El director del presente proyecto, el Doctor José Antonio Aguilar Galea, entre otros, llega a incorporar a su Tesis un estudio concluyente para la creación de un posible Aula de Fundición en la Facultad de Bellas Artes de Sevilla. Pero quisiéramos remarcar ese “entre otros” pues más tarde o más temprano los docentes responsables de esta materia han tenido que vérselas cara a cara

¹⁴¹ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp.479-480.

¹⁴² BACHELARD, Gaston. *La poética del espacio*. Ernestina de Champourcin (trad.). 11ª Edición. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 2010, pp. 60-69.

con la reestructuración, adecuación y, en algunos casos, la reconstrucción total de estos espacios de trabajo para adecuarlos a las exigencias legales o modificaciones sufridas por sus centros. Precisamente mientras doy forma a este capítulo, se lleva a cabo –o se finaliza– la construcción de nuevas aulas, entre ellas la de Fundición en la Facultad de Bellas Artes de La Laguna, con planteamientos diferentes al de su antiguo espacio de trabajo. El aspecto del *Taller de Fonería* de la Facultad de Bellas Artes de Barcelona es a día de hoy muy distinto a lo que fue en sus primeros años. Y en Sevilla hemos pasado -desde hace relativamente poco- de mendigar cualquier espacio o rincón de nuestro centro, a disponer de un espacio adaptado completamente a la asignatura.

Un aula de fundición está pensada para servir al programa de ésta y queda lejos de ser un taller de escultura doméstico. Ahora bien, de su naturaleza específica podemos rescatar patrones útiles para nuestro proyecto personal. Se trata de analizar los aspectos comunes que pueden observarse entre todos estos espacios y generar conclusiones viables para nuestro propio espacio de trabajo.

2.4.1. *Facultad de BB. AA. de la Universidad de La Laguna.*

En Junio de 2013 visitamos las instalaciones del aula de fundición de la facultad de Bellas Artes de La Laguna, Tenerife. Nos encontramos con la misma construcción descrita por el director de este proyecto, el profesor Dr. D. José Antonio Aguilar Galea, en su tesis doctoral, y que al parecer lleva en uso desde el curso académico 1995/96¹⁴³.

Se trata de una nave independiente al edificio principal, con buenas particularidades arquitectónicas de cara a este tipo de actividad escultórica, algo que se deba posiblemente al hecho de ser una de las primeras aulas de fundición construida ex profeso para la materia. La edificación está constituida básicamente por una estancia principal, si bien, se reservan como espacios cerrados una zona para los aseos y un pequeño altillo como despacho o aula temporal.

La nave no dispone de muros, tapias ni ningún otro tipo de elemento arquitectónico de separación, ni siquiera pilares; exceptuando el altillo mencionado y los aseos el resto es un espacio amplio y totalmente diáfano. Sin embargo, podemos distinguir las zonas donde se lleva a cabo cada fase de trabajo, pues están bien delimitadas por su mobiliario específico y algunos equipos técnicos.

Podríamos decir que tras nuestra visita al aula de fundición de La Laguna en 2013 encontramos un esquema estructural muy parecido al descrito por el Dr. D. José Antonio Aguilar. También encontramos en vigencia la descripción de este lugar realizada la Dra. D^a. Carmen Marcos años antes:

(...) Un clima muy equilibrado en temperatura ha permitido construir un taller de fundición en el que dos de los muros que lo conforman están completamente ahuecados con ventanas sin vidrio siquiera, de modo que la ventilación es más que buena, puede llegar a ser excesiva. De hecho es muy habitual en Tenerife el empleo de biombos metálicos de diversos tamaños para proteger mecheros y fuentes de calor de la ocasional fuerza de alguna corriente de aire estacional. De modo que el taller de fundición de la Facultad de Bellas Artes de Tenerife es un espacio único muy grande, de techos altos, organizado en diversas zonas o áreas de trabajo, sin muros divisorios internos (a excepción de los servicios sanitarios). De este taller de fundición, D. Juan Carlos Albaladejo nos ha comentado que es casi perfecto, bien adecuado a la ciudad e incluso en la parcela correspondiente a la Facultad, pues está situado en la parte más alta, cuestión muy importante para que el resto de estudiantes no sufran los humos o calores provenientes de la fundición. El único defecto parece ser que es el acceso, que no facilita la carga y descarga de materiales, cuestión que además de habitual en este tipo de talleres es bastante pesada.¹⁴⁴

¹⁴³ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp. 365-369.

¹⁴⁴ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, pp. 174-175.



23. Aula-taller de fundición de la Facultad de Bellas Artes de La Laguna.

2.4.1.1. *Zona de agua.*

Básicamente se trata de un rincón de la estancia donde se localizan los puntos de agua - grifos y pilas- necesarios para algunas actividades. Por ejemplo, en fundición artística es habitual disponer de moldes de escayola con los que reproducir una serie de piezas en cera, como bebederos para el montaje de árboles de colada, placas para construir modelos, crisoles, etc. Estos yesos han de ser hidratados adecuadamente y por lo tanto suelen encontrarse próximos a estos puntos de abastecimiento de agua. También suele utilizarse barro para generar un modelo original previo al moldeo y fundición, y es necesario tener agua cerca. Sin olvidar su uso obvio para la higiene de los alumnos.

Se trata en definitiva -y esto lo decimos pensando en todas las zonas de trabajo- de mantener un control donde realizamos las actividades, pues si empleásemos todo el espacio de manera polivalente, ciertos materiales o productos podrían afectar gravemente a algún proceso de trabajo, incluso suponer un gran riesgo para el alumnado o cualquier persona presente. Por ejemplo, si en una zona se lleva a cabo una colada y el pavimento se encuentra muy húmedo debido a que ahí mismo se trabajó con agua recientemente, podemos causar graves problemas. Si por desgracia se produce un escape o se vuelca el crisol accidentalmente, el metal fundido reaccionaría violentamente al contacto con la superficie húmeda, siendo imprevisibles las consecuencias.

2.4.1.2. Zona de ceras / fabricación del modelo de fundición.

Próximo a la zona de agua encontramos las mesas en las que se realiza el modelo de fundición. Estas mesas suelen disponer de útiles específicos, normalmente de metal, y varios mecheros *Bunsen* -u otro tipo de quemadores- con los que calentarlos para trabajar materiales como la cera o el poliestireno. Concretamente el aula de fundición de La Laguna dispone de una serie de quemadores casi adosados a las mesas de trabajo y alimentados en línea con gas. Si bien, también es cierto que no se trata del único lugar en el que se trabaja con cera en este aula. En lo que hemos venido a llamar la zona de secado o de cáscara también encontramos algunos aparatos electrodomésticos reciclados para calentar este material, como freidoras y algún *camping-gas*.



24. 25. Izquierda: En la imagen se pueden ver algunas de las freidoras utilizadas para la fusión de ceras en el aula de fundición artística de La Laguna; Derecha: Zona reservada al secado de moldes de cáscara cerámicas, donde podemos ver los ventiladores en uso. 2013.

2.4.1.3. Zona de secado de cáscara cerámica.

En Tenerife la cáscara cerámica constituye uno de los materiales más relevantes en materia de fundición artística. Sus docentes, y especialmente el Doctor Juan Carlos Albaladejo, apostaron muy fuerte desde el principio por esta línea de trabajo que requiere de unas condiciones de secado específicas a lo largo de la aplicación de los distintos revestimientos que cubrirán las piezas en cera y conformarán el molde refractario. Un secado adecuado de éstos es decisivo para el siguiente paso, cuando desalojemos la cera de su interior.

Un secado natural sería largo e incluso inapropiado si la temperatura ambiente es inestable y alta. Por ello, esta zona dispone de ventiladores con los que acelerar el proceso de secado y mantener los moldes y la cera de su interior a una temperatura relativamente estable.

Quisiéramos destacar el uso de botellas individuales de cinco litros para la preparación y mantenimiento de la papilla cerámica. Se trata de uno de los procedimientos más sencillos y económicos para realizar esa tarea y desde hace unos años parece ser el método habitual en

el aula de fundición de La Laguna a diferencia de otros centros que, como veremos, han optado por el uso de batidoras eléctricas de torno u otros sistemas más mecanizados.

2.4.1.4. *Zona reservada a los trabajos con fuego.*

Se trata del espacio de trabajo más amplio de todos, entre otras cosas porque también es el área en la que se llevan a cabo más actividades. Operaciones en las que el fuego está casi siempre presente.

En esta zona tiene lugar el sinterizado y descerado de los moldes de cáscara cerámica. Se realizan todas las coladas, tanto si son en moldes cerámicos como si son de picadizo o en cajas de arena. En nuestra visita encontramos un buen número de hornos experimentales o autoconstruidos por el personal técnico y docente: un horno de gas para fusión con moldes de cáscara y crisol fusible, un horno de gas para microfusión, un horno o campana de descere por choque térmico y un horno de crisol alimentado con gasoil.

Cada equipo dispone de un polipasto que facilita la elevación del cuerpo principal del horno una vez concluida la fusión y colada del metal – y, en el caso de una colada tradicional con crisol exento, para facilitar su transporte hacia el lecho de colada-.



26. 27. 28. Izquierda: Horno-campana elevable, diseñada expresamente para el descerado por choque térmico de moldes de cáscara cerámica; Centro: Horno de crisol elevable, fabricado con chapa y manta cerámica. Tras el horno se ve el bidón de gasoil que alimenta el quemador. Junto al horno la turbina de aire necesaria para pulverizar el combustible; Derecha: Horno elevable para *microfusión*, con pantallas de metal para resguardar la operación del viento. 2013



29. 30. Izquierda: Espacio reservado para la colada. Vemos un crisol en su maneral, unas pinzas y en segundo término los ladrillos refractarios necesarios para montar el lecho de colada en el que colocar los moldes de fundición; Derecha: Horno fusión para crisol fusible. De fabricación propia, junto al él se encuentra el quemador QTA. Éste se ha instalado sobre una carreta elevadora para facilitar su manejo y controlar mejor la altura de llama con respecto al crisol fusible de las piezas a fundir. 2013.



31. 32. Izquierda: Horno de cocción preparado expresamente para los moldes de *picadizo* del curso, fabricado *in situ*, al exterior, junto al aula-taller de fundición artística de la Laguna. Derecha: Horno de hoyo, experimental, usado en uno –o varios- de los seminarios de *iniciación al fuego y al metal* y como parte de la investigación de la Dr. Soledad del Pino para su trabajo de tesis doctoral.

En esta zona es donde se construye el lecho de colada, efímero, montable y desmontable según las necesidades, haciendo uso de ladrillos refractarios, manta cerámica, arena... etc. En ocasiones es también el espacio donde se fabrica y usa la mufla con la que hornear y preparar los moldes de *picadizo*. Si bien, esta tarea también se realiza en el exterior del taller, aprovechando las condiciones del terreno y la tierra disponible en los alrededores de la nave.

2.4.1.5. *Zona de repaso y acabado de metal.*

Estos procesos suelen tener lugar en mesas o bancos de trabajo reservados exclusivamente a esta fase de los proyectos. Es importante su independencia, pues los residuos generados son abundantes y podría decirse que incompatibles con procesos anteriores. Si el grupo lleva un ritmo conjunto de trabajo y no existen descompensaciones procesuales importantes entre ellos, el acabado de las piezas puede realizarse con mayor libertad y aprovecharse un espacio mayor. Si por el contrario existe un ritmo de trabajo descompensado o desigual entre los proyectos, el aula se encuentra con una dinámica de actividades múltiples, con alumnos descerando, dando baños de cáscara cerámica o en pleno proceso de fusión y colada, por lo que es necesario que quienes estén repasando metales, limiten su actividad a estas zonas.



33. En esta imagen, publicada en la web de la Facultad de BB. AA. de La Laguna, se muestra una vista del nuevo edificio ubicado el Campus Universitario de Guajara, donde se encuentra hoy la Facultad.

2.4.1.6. *Un nuevo espacio de trabajo.*

Comentábamos que durante nuestra visita en 2013 pudimos conocer el aula de fundición que llevaba en activo desde el curso de 1995-96. En la actualidad sin embargo, el aula de fundición en la facultad de BB.AA. de La Laguna dispone de un nuevo espacio. Dña. Itahisa Pérez Conesa, quien ha sido durante muchos años colaboradora del profesor Dr. Juan Carlos Albaladejo en el aula de fundición y que hoy se encuentra realizando su tesis doctoral en este campo avalada por un contrato predoctoral de la Universidad de la Laguna, nos da su opinión sobre las consecuencias de este cambio y nos ha facilitado un plano del nuevo aula:

“El cambio ha sido notable en cuanto a distribución, no tanto a espacio ya que dispone de la misma superficie, pero debido a ser una arquitectura orgánica esto viene afectando a la prestación del espacio. Sus paredes curvas y techos altos han dado problemas a la hora de montaje tanto desde los elevadores eléctricos hasta la simple colocación del mobiliario. (...). A rasgos generales, se podría decir que el cambio ha sido a mejor pero aún no se ven los beneficios ya que como decía queda mucho por trabajar y estamos a la merced de las partidas presupuestarias. No obstante, el taller tiene muchísimas posibilidades y, no cabe duda, que poco a poco se podrán solventar las carencias.

El taller está bastante diferenciado en 4 zonas en función de las partes del proceso de fundición a la cera perdida. Armarios y maquinarias son los elementos de los cuales nos hemos valido para delimitar el espacio.”¹⁴⁵

Aula	Superficie	Uso	Dotación	Observaciones
0,21	273,03 m ²	Taller de Fundición	Quemadores Bunsen para el trabajo de cera. Quemadores de fusión tanto a propano como gas-oil. Campana de descere. Horno de fusión para 60 kg, así como varios hornos de microfusión de 0.5 a 30 kg de bronce con sus respectivos mecanismos de extracción de gases y humos. Las instalaciones están dotadas de todo el material e infraestructura necesaria para la fundición artística.	El taller recibe el suministro de gas propano de una instalación centralizada que se ubica en la parte exterior de la planta 1.

Tabla 1. Fragmento de una de las tablas publicadas por la Universidad de La Laguna en la que se pueden observar gran parte de los recursos y el equipamiento del que dispone el aula-taller de fundición de la Facultad de BB. AA.

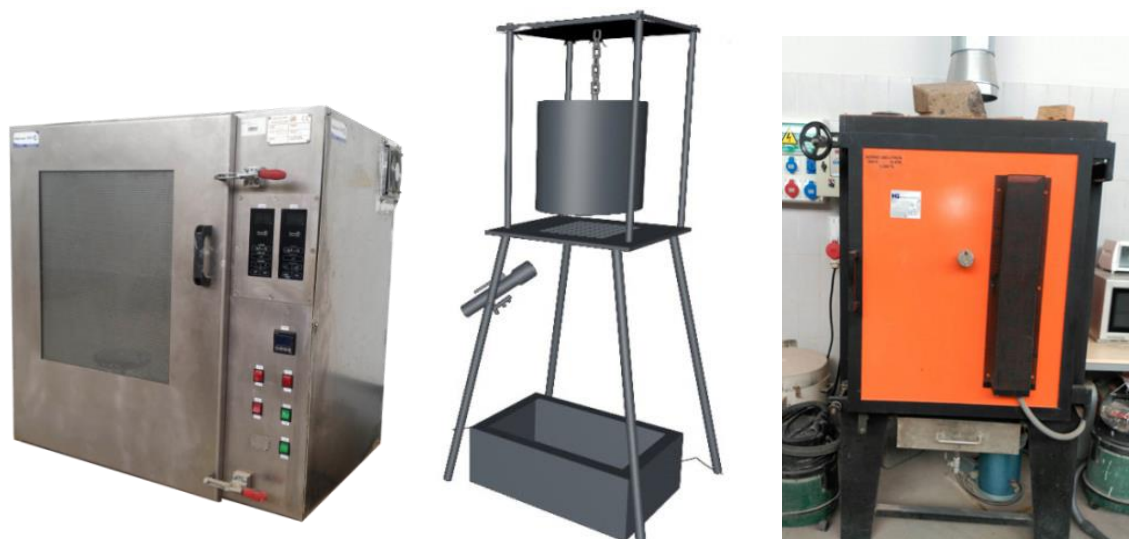
También nos interesamos por los equipos de trabajo y para nuestra sorpresa aún siguen usando los equipos *autofabricados* que encontramos en la anterior visita, dispositivos que en principio considerábamos casi vetados en los centros universitarios por las autoridades académicas responsables de la seguridad y prevención ante los riesgos laborales.

(...) continuamos con la campana de descere de choque térmico y con bidones revestidos de material refractario a modo de hornos.

(...) Actualmente disponemos de los mismos ejemplares con los que trabajábamos en el taller anterior; un horno para microfusión, otro más alto para crisol fusible que lo vamos cambiando bajo la campana de extracción en función de su uso, poniéndose en funcionamiento con el quemador QTA y el horno con quemador de gasoil para la fundición de colada directa. Por otro lado disponemos de la campana de descere tradicional, el prototipo de horno microondas financiado por el plan nacional de investigación I+D+I y dos microondas convencionales para uso experimental. El taller hace uso también de una mufla eléctrica y dos hornos cerámicos.¹⁴⁶

¹⁴⁵ D^a PÉREZ CONESA, Itahisa. *Entrevista 2016*.

¹⁴⁶ *Ibíd.*



34. Estos tres equipos son empleados en una de las fases más delicadas del trabajo en fundición artística: el descerado, cocción o sinterizado de moldes refractarios. Izquierda: prototipo de horno microondas para descere de moldes de cáscara cerámica desarrollado por el profesor Dr. D. Juan Carlos Albaladejo; Centro: *Horno-Campana* diseñada para el descerado por choque térmico de moldes de cáscara cerámica; Derecha: Horno, o mufla, de descere eléctrica comercial.

La nueva aula-taller de fundición no cuenta con las particularidades constructivas y la orientación o posicionamiento del antiguo espacio de trabajo que favorecía su ventilación y permitía llevar a cabo en su interior la actividad sin complejos sistemas de extracción de humos y renovación de aire. D^a Itahisa Pérez Conesa nos explica que el taller actual *está obligado a disponer de campanas extractoras para evacuar los gases*, y que tras los problemas que ha supuesto *el sistema de extracción, el ingeniero adjunto para resolver este tipo de cuestiones ha diseñado una campana de extracción adaptada al tipo de hornos con los que ellos trabajan*.¹⁴⁷

2.4.1.7. Fuentes de energía.

En cuanto a las fuentes de energía más relevantes en el aula de fundición de la Facultad de Bellas Artes de La Laguna, vemos que el gas propano, canalizado por toda el aula, es la fuente principal de los equipos de fusión y para el trabajo en cera alimentando los *Bunsen*. Por otro lado, la electricidad es responsable secundaria en procesos de fusión y trabajo con ceras, y fuente principal de los secadores y ventiladores durante el proceso de secado de moldes o durante el repaso de las piezas en metal, donde son usuales las herramientas eléctricas.

¹⁴⁷ Ibídem.

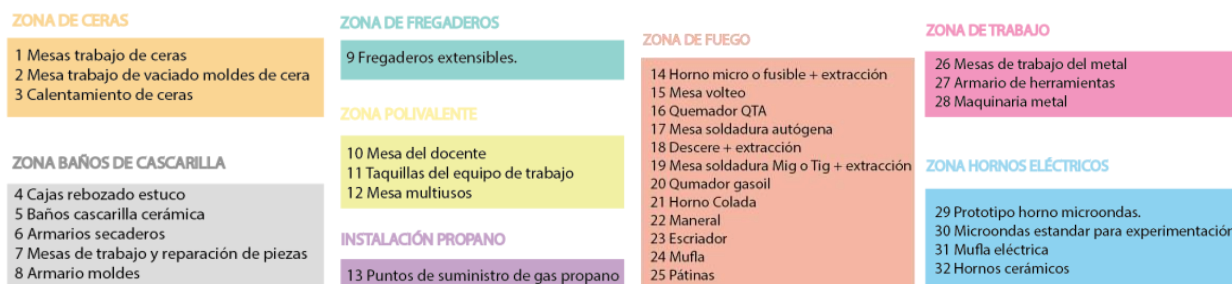
Puede decirse que, en ocasiones, ambos recursos energéticos se combinan. Por poner un ejemplo, el quemador QTA (Quemador Turbo Asistido) es alimentado con gas natural o propano y a su vez necesita de una toma eléctrica que ponga en marcha el ventilador interno incluido en el equipo. Los polipastos o elevadores eléctricos también tienen un papel importante en los hornos experimentales –tanto de fusión como de descerado por choque térmico–, pues se encargan de elevar y descender los hogares durante el proceso de fundición. Por el contrario, el descerado por microondas es íntegramente eléctrico.



35. 36. 37. Una de las campanas extractoras instaladas en la zona de fuego. Izquierda: bajo la campana de extracción de humos vemos el horno de microfusión y junto a éste el quemador QTA. Centro: El sistema de extracción localizada es diseñado expresamente para el equipo del aula-taller de fundición de La Laguna y cuenta con un sistema de elevación integrado. Derecha: Modelo digital, 3D, de su diseño. 2015.



38. Comparativa entre la distribución en planta de las zonas de trabajo reservadas dentro del aula-taller de fundición artística de la Facultad de BB. AA. de La Laguna desde 1998 a 2016. En 2015, la asignatura no solo asume un cambio organizativo sino que también se traslada a un nuevo edificio.



39. Leyenda de la imagen 39 –concretamente del plano correspondiente a 2016-.

2.4.2. Facultad de BB. AA. de la Universidad Politécnica de Valencia.

A continuación, transcribimos una breve descripción del aula de fundición por parte de la profesora la Dra. D^a. Carmen Marcos Martínez durante su entrevista con el Dr. D. José Antonio Aguilar Galea en 1998. En esos momentos ya estaba previsto un nuevo espacio para el aula de fundición dentro del proyecto de construcción planteado para la Facultad de BB. AA. de Valencia:

“Hay unas zonas elementales, la del fuego (la de cocción de moldes y de fusión, por lo tanto de colada); una zona que debe estar aislada lo más térmicamente posible, que es la de las ceras, en la que habrá en la nueva aula unos recipientes móviles, ya no los fijo de obra, para que te los tengas que llevar, luego otra zona de moldeo en la que se pueda intervenir tanto para hacer un molde de escayola, silicona o molde múltiple de arena furánica como un molde de moloquita o cascarilla, con una zona de secado y polimerizado y una zona de experimentación que genera una serie de concepciones espaciales distintas.

Estas zonas de trabajo pueden resumirse en dos, la de moldeo y la del fuego, y aprovechas la de moldeo si la aíslas de la del fuego para la cera”¹⁴⁸

La Dra. D^a Carmen Marcos ultimaba en esos años la redacción de su tesis doctoral e impregna su proyecto de una visión personal sobre el diseño más eficiente para un aula de fundición artística. De sus páginas podríamos sacar una imagen nítida de cómo puede organizarse y equiparse un taller genérico de escultura para ejercer la fundición artística con cáscara cerámica. Concretamente, en un valioso primer capítulo profundiza en el trabajo con ceras y la materialización del modelo de fundición artística, describiendo minuciosamente su idea de taller de ceras. Primero comienza citando a un gran maestro, el monje benedictino Teófilo, quien detalla su modelo de taller donde trabajar con metal:

¹⁴⁸ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp.396-397. Entrevista realizada a la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos Martínez.

“Constrúyete un edificio alto y espacioso, extendiéndose en longitud hacia el este. En la pared del sur haz tantas ventanas como quieras y puedas acomodar, instalándolas a cinco pies de separación. Con una pared que alcance el techo separa la mitad del edificio para el trabajo de la fundición y del repujado del cobre, estaño y plomo. Otra vez divide la mitad restante en dos con una pared –una parte para trabajar oro y la otra para plata-. Las ventanas no deberían estar más altas de un pie desde el suelo, y deberían ser tres pies de alto y dos pies de ancho”¹⁴⁹

A continuación, la Dra. D^a Carmen Marcos expone su idea de taller para trabajos en cera:

“El taller de ceras podría parecerse a éste, con la diferencia de que la partición realizada en el espacio correspondería a las zonas de fusión y colada de metal y al taller de ceras, que sería el espacio destinado únicamente a la elaboración de modelos para fundición, o trabajo de cera en general. De hecho sería conveniente incluso partir este espacio en dos, dedicando una zona a las ceras propiamente dichas y otra a la elaboración de moldes de reproducción, sean éstos de escayola, de poliéster, de silicona. En este caso la partición del espacio puede realizarse de modo semifijo, con estanterías, paneles móviles, de modo que se pueda recuperar el carácter diáfano del espacio en un momento dado. La causa principal de esta separación es de tipo higiénico, pues todas las materias implicadas en estos procesos son de las que ensucian con harta facilidad. Además sus esencias son contrarias (...)

La separación entre el taller de ceras y el área de fusión y colada de metales es una cuestión mucho más importante, que atañe no sólo a cuestiones higiénicas sino de seguridad en varios aspectos. El primer aspecto a considerar es la temperatura que se llega a alcanzar en el área de colada de metal en una jornada de descere y colada. Puesto que la característica esencial de todas las tareas relacionadas con el descere, cocción y precalentamiento del molde, por un lado, y fusión del metal por otro es la alta temperatura a la que se desarrollan, es de sentido común separar la zona de trabajo con las ceras, incluida la elaboración y secado del molde de cascarilla cerámica, (...)

El taller de ceras será pues un espacio amplio, con ventilación directa, completamente aparte del taller de fusión y colada de metal donde además se realizan las operaciones de sinterización del molde. (...)

Respecto a la amplitud del taller de fundición en general, se considera imprescindible que los techos sean elevados por la sencilla razón de que en atmósfera caliente, el aire de mayor temperatura se sitúa en la parte más alta, alejándose así de la zona principal donde nos movemos los trabajadores. Por tanto siempre techos altos asistidos por la posibilidad de ventilar puntualmente el taller, y la asistencia de un buen sistema de extracción.

El taller de ceras debe contar con luz natural a ser posible, puesto que los trabajos que se realizan requieren de una buena visión, y luz focalizada para los trabajos de detalle. Si se puede incluso disponer de alguna lámpara-lupa para ese tipo de trabajos sería muy recomendable su uso, para observar con minuciosidad la textura superficial de los trabajos.

La organización interna del taller de ceras corresponde a la separación de la zona húmeda de la zona de calor. (...). Por lógica, (a la zona húmeda) la situaremos allí donde se encuentre la/las pilas, con agua corriente. Éstas deben contar con algún sistema especial de decantación en su desagüe, cuestión nada despreciable si recordamos que la cera crea pequeños residuos sólidos que no se

¹⁴⁹ MARCOS, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*. p. 173. Cita a: TEÓFILO.

disuelven en el agua, y que pueden atascar la cañería de más caudal, en función del volumen de operaciones y operarios que hagan uso de la pila o lavadero. Es muy común disponer de grandes recipientes con agua en esta zona, que pueden ser adquiridos o reciclados, como viejas bañeras abandonadas. Este gran contenedor de agua cumple funciones de almacenamiento de piezas a medio trabajar, de planchas, copas, bebederos, de modo que la cera se mantiene estable y fría. El espacio ocupado por este gran contenedor se puede aprovechar colocándole encima una plancha de laminado de madera como mesa provisional donde preparar más planchas o bebederos, si es que el espacio es una cuestión problemática, como suele ser el caso.

El siguiente espacio importante a decidir es el de secado de las piezas. Para ello se puede observar la habitación e incluso emplear un termómetro de máximas y mínimas para decidir qué parte de la estancia es la más estable, incluso por encima del criterio de frescor. Podemos observar dónde no da nunca el sol, dónde está más alejado de fuentes de calor ajenas a la operación de este espacio, como hornos cerámicos próximos, compresores o cualquier dispositivo que genere calor. En la zona más en temperatura del espacio de que disponemos colocaremos la estantería de secado de las piezas. Número y altura de las baldas se adaptarán al número y tamaño medio de las piezas y en todo caso se estará siempre dispuesto a cambiar su distribución. En un extremo de la estantería colocaremos los ventiladores, siempre que se pueda a favor de la dirección natural del movimiento del aire de ventilación de la estancia.

En proximidad a esta estancia se montará el espacio de aplicación de estuco, que esencialmente se reduce a una mesa donde colocar dos grandes cajones. Estos cajones no requieren mucha profundidad, pues siempre es conveniente ir reponiendo material, y aprovechar para revisarlo, aunque sí es importante que tengan la pared del fondo alta, para evitar que se salga el grano cerámico cuando se lo apliquemos a la pieza.

Una vez acopladas estas dos áreas se decide el área de calor, que será la zona donde se fundan los ingredientes y se preparen las mezclas de cera. Esta zona conviene aislarla de la zona de soldadura, pues se genera bastante calor que no resulta beneficioso. (...). Cerca de la zona de calor se puede disponer una mesa o apoyo donde realizar el llenado de moldes de cualquier tipo. Así se crearía una especialización de área por procedimientos, siendo la de vaciado la más cercana a la zona de calor. La disponibilidad económica determinará el número y tipo de fuentes de calor empleadas, que pueden ser de cualquier tipo, hornillos de gas u hornillos eléctricos, siempre que sean regulables y su potencia pueda ser muy baja.

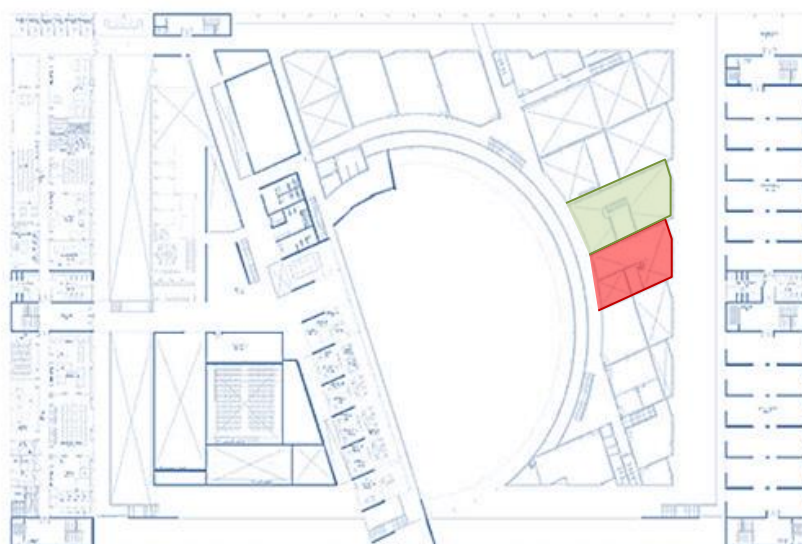
En la zona de soldadura, se centrará gran parte del volumen de espacio, puesto que todos los trabajos en uno u otro momento deben pasar por este estadio en la elaboración del árbol de colada. La situaremos en las mesas de trabajo, que pueden estar centradas y disponer de mecheros bunsen conectados a bombonas móviles de gas butano, u otro sistema de aportación calórica, como hornillos eléctricos. El combustible puede estar centralizado en un gran contenedor de gas y por tanto el taller puede disponer de instalación de gas fija que hace recomendable disponer las mesas arrinconadas a la pared para facilitar con seguridad el aporte de combustible a los mecheros de sobremesa.

La zona de soldadura que corresponde exactamente a las mesas de trabajo debe contar con asientos para las personas que trabajan con la cera, pues los procesos suelen extenderse durante lapsos prolongados de tiempo. Debe haber espacio suficiente para el número de gente que se prevé que ocupará ese espacio de trabajo. El procedimiento de talla puede compartir el espacio de soldadura, así como el de modelado puede repartirse entre la zona caliente de vaciado, las mesas de

soldadura y cierto número de caballetes individuales. Si el modelado se realiza en otra materia plástica para pasar a realizar molde de reproducción, será conveniente situarse en la zona de calor.

Encima de las mesas de trabajo dispondremos recipientes de agua fría para todos aquellos menesteres que podamos requerir, desde humedecer nuestras manos hasta enfriar piezas o soldaduras.”¹⁵⁰

Se trata de una descripción bastante completa de lo que ha de ser uno de los espacios más importantes del aula de fundición. En breve comprobaremos cuánto de lo que proyectó por escrito la Dra. D^a Carmen Marcos en su tesis terminó siendo una realidad y cuánto de lo descrito no llegó a materializarse en ese nuevo espacio que se reservaba a la asignatura.



40. Planta del edificio de Bellas Artes de la UPV, situado en el Campus de Vera. Se han destacado en color el taller de fundición (rojo) y el taller de metal (verde).

La Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia se encuentra ubicada en una zona periférica de la ciudad valenciana, en pleno campus universitario. Las aulas-taller de escultura se localizan en la planta baja.

La asignatura de fundición contaba en 1998 con unos 40m² de aula¹⁵¹, si bien esas dimensiones se vieron aumentadas con el cambio de espacio posterior, en 2001-02, superando los 60m². Eso sí, la distribución de espacios según las fases de trabajo constituía un sistema organizativo que se mantiene.

¹⁵⁰ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp. 173-178. Entrevista realizada a la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos Martínez.

¹⁵¹ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp. 395-396

Durante el curso académico 2005-06, este doctorando se encontraba realizando una beca Seneca-SICUE en la Facultad de Bellas Artes de la UPV. El aula de fundición ya se ubicaba en su emplazamiento definitivo y las zonas de trabajo tenían prácticamente la misma distribución que observamos en abril de 2013, y que aún confiamos que sigue teniendo. Sin embargo, sí que hubo cambios sustanciales entre la estancia de 2006 y la visita de 2013, y que comentaremos en la siguiente descripción de los espacios de trabajo que conforman el aula actual de fundición artística en la Facultad de BB. AA. de Valencia:

2.4.2.1. *Zona de ceras.*

Se trata de un espacio casi exclusivamente para el trabajo directo en cera, aunque es cierto que también sirve de aula-teórica. Las mesas de metal, equipadas con los quemadores bunsen de gas, acaparan prácticamente toda la estancia.

La verdad es que el diseño descrito para esta zona por la Dra. D^a Carmen Marcos en su tesis doctoral termina por materializarse fielmente. Los quemadores son alimentados discretamente a través de un circuito de gas integrado en el aula y conectados a éste por debajo de las mesas. Posiblemente se trate de una red de gas propano, cuyo almacenamiento se encuentre en un espacio habilitado expresamente para almacenar de un modo seguro este combustible, tal como hizo en su descripción previa al nuevo espacio. Las mesas para soldar y generar las piezas en cera son amplias, con taburetes para que los alumnos trabajen cómodamente durante horas, y existe el suficiente espacio para el cupo medio de alumnos de esta asignatura.

Junto a las mesas reservadas a la elaboración de modelos en cera, encontramos un rincón dotado con una piletta y toma de agua. Es aquí donde, como bien nos explicó en su descripción D^a Carmen Marcos, se manejan habitualmente moldes de escayola que necesitan ser hidratados para conseguir las pertinentes piezas en cera, los cuales se apoyan en un tablero que hace temporalmente la función de mesa sobre la piletta de agua o junto a ésta.

Una gran superficie o mesa -a modo casi de gran encimera- provista de varios hornillos eléctricos, alguno de gas y varios calentadores de cera eléctricos -muy comunes en centros de belleza y estética- es el equivalente a la zona de preparación o fusión de ceras.

Una estantería, construida a una altura conveniente sobre las mesas de trabajo con ángulos y tableros adosados al muro, se utiliza para depositar entre clase y clase las piezas en cera que están en proceso.

Quizás la distancia o el espacio entre la zona húmeda, la zona de calor y las mesas de trabajo por soldadura en este taller de ceras es menor de lo que en principio pudo tener en mente D^a Carmen Marcos, incluso ella habla de “aislamiento”, tal vez algo más físico. Pero en líneas

generales aunque toda la estancia puede resultar algo más reducida de lo deseada, la organización y planificación de espacios se ha resuelto bastante bien.

La luz natural tal vez sea uno de los aspectos que, aunque contemplados previamente a la existencia del nuevo espacio, se vio sacrificado al final por la estructura arquitectónica impuesta del edificio. También su ventilación, tanto natural como forzada, se ha visto perjudicada.

2.4.2.2. *Zona de baños para la preparación de moldes de cáscara cerámica.*

En esta zona encontramos tres estructuras metálicas expresamente diseñadas para dar los baños de cáscara cerámica. Se trata, a fin de cuentas, de tres mesas diseñadas para mantener controlados los áridos refractarios mientras se aplican éstos espolvoreados sobre los modelos a fundir. Es común aplicar tres grosores o granulometrías distintas de árido, de ahí que existan tres estructuras. No disponen de un sistema forzado de extracción localizada, si bien todas disponen de la pertinente advertencia de que para realizar los rebozados cerámicos es obligatorio el uso de mascarilla. Junto a estas mesas, muy próxima, se encuentra la batidora eléctrica con la que se prepara la papilla o barbotina cerámica que servirá de base aglutinante al molde refractario.

Es importante observar que tanto las mesas para aplicar los áridos como la mesa sobre la que se sustenta la batidora –y que se presta a otros usos- disponen de ruedas para facilitar su traslado o movilidad cuando sea necesario.



41. En la imagen podemos ver el mezclador eléctrico, sobre una mesa con rueda, en el bidón del mezclador se aplican los baños de barbotina cerámica, y a la derecha los bancos para aplicar las capas de árido.

2.4.2.3. Zona de secado.

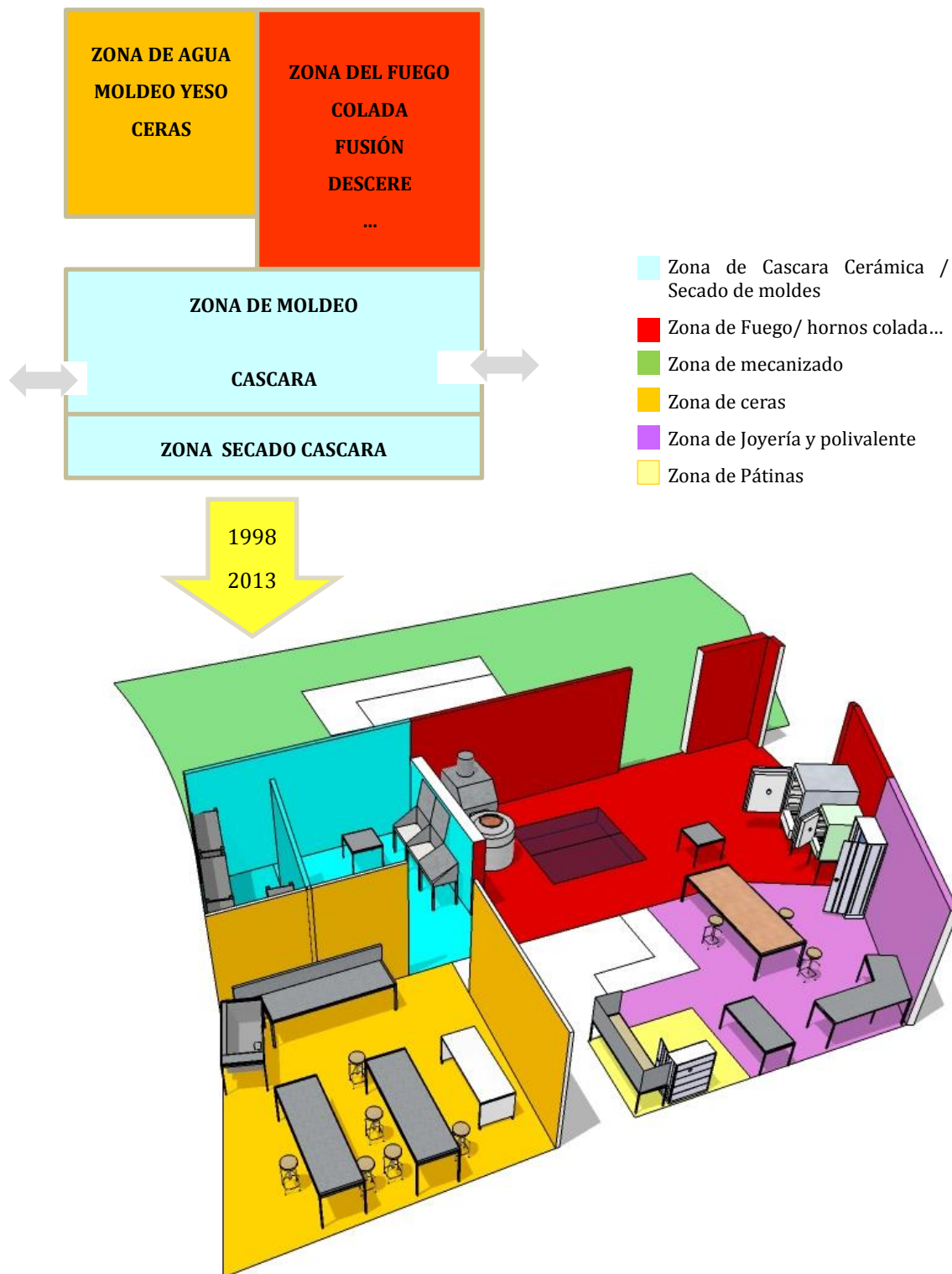
Se accede a ella desde la zona de baños. No se trata de una habitación muy amplia, lo cual facilita su aclimatación. El equipamiento se reduce a varias estanterías que flanquean al operario cuando entra en la habitación y varios ventiladores.

El sistema de secado de Valencia genera una exposición difusa y ambiental, (...). Los ventiladores están alejados. Las piezas no se exponen directamente al chorro de aire. El secado es gradual y lento.¹⁵²



42. 43. Dos vistas del reservado-almacén, equipado con varias estanterías y ventiladores, donde se secan los moldes. 2013

¹⁵² LÓPEZ, P., MARCOS, C. y VALLE, J. Evolución Cáscara Cerámica. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009, p.136.



44. Comparativa entre la distribución por zonas del aula-taller de fundición artística de la Facultad de Bellas Artes de Valencia desde 1998 a 2013.

2.4.2.4. Zona reservada a trabajos con fuego.

La zona reservada a la actividad con fuego es la más amplia de toda el aula. Durante el curso académico 2005-06 la actividad en esta zona era diferente a la de hoy día. El sistema de extracción localizada del horno de fusión aún no estaba concluido y por ello, a pesar de contar con el equipo homologado exigido para impartir la asignatura de fundición, la mayor parte de las coladas eran llevadas a cabo en una fundición externa; el Departamento de Escultura de la Facultad de BB. AA. de Valencia contaba entonces con un convenio de colaboración con la Fundición Bravo Águila, en Carpesa¹⁵³. Decimos “la mayor parte de las coladas” porque algunas piezas como las de microfusión en cáscara cerámica por gravedad con crisol incorporado se realizaron dentro de las instalaciones del aula, en esta *zona de fuegos* precisamente, con hornos de fusión de naturaleza efímera contruidos con ladrillo refractario y manta cerámica.

Se aprecia claramente el espacio ocupado en exclusividad, y con carácter permanente, por el horno de fusión. Se trata de un horno de crisol a gas NABER con capacidad para crisoles de 150 Kg. Frente a éste se reserva un espacio libre de obstáculos donde realizar las coladas y, como ya se ha mencionado, llevar a cabo prácticas eventuales de fundición con piezas de microfusión.

*El sistema de colada de Valencia, con moldes de cáscara cerámica y crisol exento, se realiza sobre moldes en suspensión dentro de un arca de vertido, sin enterramiento y con colada en horizontal*¹⁵⁴, por lo cual, no es necesario disponer de un foso de arena, aunque el aula está provista de uno por si algún ejercicio o pieza lo precisase. Este espacio reservado para ser usado como foso de colada se encuentra cubierto por una rejilla metálica sobre la cual suele situarse el crisol, adecuadamente posado en su maneral, una vez extraído del horno. Si existiese una pérdida de metal durante el proceso éste penetraría sin dificultades en el foso de arena, evitándose así riesgos mayores. Es habitual llevar a cabo ejercicios con moldes de arena en verde o picadizo y que sea este mismo pavimento enrejado el que sirva de zona de colada para estas prácticas.

El horno de fusión dispone de un sistema de extracción localizado, adosado al propio equipo, encargado de captar y evacuar las emisiones producidas durante el proceso de calentamiento y fusión del metal.

¹⁵³ MARCOS, Carmen y CHÁFER, Teresa. Taller de fundición. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Docencia, año 2006*. Valencia, España: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, p. 117.

¹⁵⁴ LÓPEZ, P., MARCOS, C. y VALLE, J. Evolución Cáscara Cerámica. p. 140.



45. 46. Izquierda: Horno de fusión para crisol. Derecha: Detalle del circuito de extracción localizado con el que se ha equipado éste horno, y una parte de la grúa utilizada durante la colada. 2013

También encontramos en esta zona una serie de hornos reservados para el descerado y cocción de moldes de fundición: una mufla para descerar HORCEMEVAL con una capacidad interior de unos $\frac{3}{4}$ de metro cúbico y otra más pequeña para descerar los moldes de microfundición por centrífuga. Ambas muflas se sitúan bajo una campana de extracción, la cual integra a su vez dos conductos de succión localizados puntualmente en la salida para gases y humos de las que vienen provistos estos hornos.

2.4.2.5. Zona joyería y zona polivalente.

En la zona de fusión, colada y descerado, podemos apreciar un espacio al que podríamos llamar el rincón para la joyería. Se trata de una zona situada al fondo del aula a la derecha y que dispone de una centrifugadora para microfundición, una bomba de vacío y una bancada de trabajo para el repaso de las piezas metálicas –prácticamente todo pegado a la pared-.

En medio de esta zona encontramos dos grandes mesas, una metálica íntegramente y la segunda con tablón de madera, ambas provistas de ruedas que permiten su movilidad adecuándolas a la actividad de cada momento. Representan un espacio polivalente, es decir, estas mesas son dos superficies horizontales en las que se llevan a cabo aquellas actividades que en un principio son incompatibles o simplemente no se pueden realizar temporalmente en el resto del aula.



47. 48. Izquierda: Dos muflas eléctricas usadas para la cocción de moldes de fundición; Derecha: Detalle de la campana y el circuito de extracción del que se ha equipado esta zona de hornos. 2013

2.4.2.6. Zona de pátinas.

La propia profesora, la Dr^a. D^a Carmen Marcos, nos confiesa que las piezas se han ido patinando en el exterior del aula, al aire libre, hasta bien entrado el 2009¹⁵⁵, pues hasta esa fecha no se terminó de adecuar una zona específica para dicha actividad. En nuestra visita de 2013 pudimos ver ese espacio reservado a las pátinas. Se compone principalmente de una mesa donde situar las piezas, una campana extractora y un armario para almacenar los productos químicos. La mesa de pátinas ha sido diseñada por el técnico de taller con el objetivo de que los residuos sobrantes durante el proceso terminen en unos recipientes situados en la parte inferior de la estructura y así puedan ser retirados convenientemente en su momento por la empresa encargada de gestionarlos.



49. Dos imágenes de la zona de pátinas. Facultad de BB. AA. de Valencia. 2013

¹⁵⁵ Dra. D^a Carmen Marcos Martínez. Entrevista 2013.

2.4.2.7. *Zona de repaso y acabado del metal.*

El aula de fundición de la Facultad de Bellas Artes de Valencia linda con el aula-taller de Metal, lo cual permite que gran parte de las operaciones de repaso y acabado de las piezas ya fundidas se lleven a cabo en este espacio contiguo que además cuenta con un equipamiento apropiado para esa actividad. En su defecto, el acabado de piezas metálicas se realiza en la zona polivalente del aula de fundición, o incluso en los espacios libres de la zona de fuego, pero en ningún caso en la zona de las ceras, la zona habilitada para dar los baños de cáscara cerámica o el secadero (esta última estancia ni siquiera dispone de espacio suficiente para realizar la actividad adecuadamente, pero aunque así fuese no es recomendable).

En cuanto a las fuentes de energía más relevantes en el aula de fundición de la Facultad de Bellas Artes de UPV, encontramos que también el gas natural (o el propano), canalizado por todo el aula, es la fuente principal en los equipos de fusión y durante el trabajo en cera alimentando los bunsen. Por otra parte, la electricidad sigue siendo corresponsable en procesos de fusión y trabajo con ceras, al ser la fuente de alimentación de los hornillos de cera, y fuente principal tanto de la batidora con la que se prepara la papilla cerámica como de los ventiladores durante el proceso de secado de moldes. Igualmente se recurre a ella durante el repaso de las piezas en metal al hacer uso de herramientas eléctricas como la radial, la fresadora, el taladro... Los polipastos integrados en el aula -también eléctricos- tienen un papel importante, por ejemplo durante el proceso de fusión y colada, cuando facilita a los operarios la extracción del crisol y el manejo de éste durante el vertido de metal en los moldes.

2.4.3. *Facultad de BB. AA. de la Universidad de Barcelona.*

Durante la entrevista realizada al técnico de taller del aula de fundición de Barcelona, Rubén Campo, éste nos informó que la facultad de Bellas Artes de Barcelona ha contado, desde la entrada en vigor del R.D. 1267/1994 hasta el actual plan de estudios, con tres emplazamientos distintos para esta materia.

Consideraremos como punto de partida y por consiguiente como primer espacio o laboratorio de fundición el analizado por el Dr. D. José Antonio Aguilar Galea en 1998. Se trata, aproximadamente, de unos 140 m² de superficie de aula compartida por asignaturas afines bajo el título de *Laboratorio de Tridimensionalidad*, y localizada en la planta baja de una edificación anexa al resto de facultad. *Aunque las áreas de trabajo que le corresponden son de uso exclusivo, el resto del aula, por la extensión que ocupa se va adaptando a las necesidades que surgen, ya sea para clases teóricas o prácticas. El perímetro externo que delimitaría estas actividades, además de ciertas mejoras en la propia aula, están siendo objeto de estudio y solución, como comenta el profesor de la misma*¹⁵⁶:

El aula está en proceso de configuración, tenemos proyectado la estructura básica de seguridad (ventilación, instalaciones, etc.) no en cuanto a infraestructuras de funcionamiento, sino en cuanto a infraestructura de espacio, de forma que la iremos cumpliendo por partes

- *Salida de emergencia, prioritario. (Realizada)*
- *Salidas de gases y evacuación de humos. (Extractores) (Instalada)*
- *Habilitación de un espacio de trabajo anexo al aula. (Realizado)*
- *Fragmentación del aula en dos partes.*
- *Instalación eléctrica y un refuerzo de introducción de aire y extracción de gases.*
- *Finalmente los fosos.*

En la parte anterior y sobre el muro que da al jardín ya ha sido practicada una salida de emergencia, y en esa misma fachada apreciamos los extractores y los sistemas de absorción de humos vinculados a las infraestructuras que provocan estas emanaciones, el horno de fusión y las muflas. Ambas han sido alineadas al muro que da al exterior buscando con ello también una mayor seguridad en caso de accidente al estar localizada en una zona perimetral y no centrada.

La ubicación sería la misma, porque es el espacio que contamina menos, se modificaría simplemente el interior, tabicando los espacios, abriendo las aperturas suficientes, se implementaría con infraestructuras eléctricas y se complementaría con los sistemas de introducción y extracción de gases.

Localización de las zonas de trabajo -(1998)-

¹⁵⁶ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp. 431-435.

Cada materia tiene su espacio de trabajo, básicamente existen tres zonas: la de las ceras, la del agua y la de la fusión, es decir, si generalizamos las que corresponderían al modelo, los moldes y el trabajo de metal en caliente, respectivamente. 'Estamos creando los diferentes ámbitos de trabajo, en la zona de agua por ejemplo está la batidora, para mezclar la chamota y el yeso, en la zona de acabados que está junto al taller, y se ha de modificar en la próxima previsión, ahí tenemos diferentes instalaciones para acabados, luego en el centro, hemos dispuesto las muflas y los hornos de crisol, y por último en el otro extremo tenemos las zonas de las ceras, el poliestireno expandido, etc.'. Dentro de la del agua junto con el resto del moldeo se ha ubicado tras el curso del 98, los revestimientos de cáscara cerámica.¹⁵⁷

Equipamiento auto-fabricado: Los hornos de fibra cerámica.

La fibra cerámica, junto con la sílice coloidal, es uno de los materiales clave en la difusión de la fundición artística fuera de los márgenes de la industria. Se trata de un magnífico refractario además de un aislante térmico más que cualificado para este tipo de prácticas. Estamos convencidos de que algunas versiones técnicas en fundición artística, como por ejemplo la fundición con moldes de cáscara cerámica, no se hubiesen extendido por las Facultades de BB. AA. con la misma fluidez que lo han hecho sin la presencia de un producto como la manta cerámica. La Dra. D^a. Carmen Marcos menciona a menudo cómo en los primeros cursos impartidos por Mr. David Reid tenía la sensación de que *David actuaba ante ellos como un auténtico prestidigitador, que con tan sólo una caja de manta conseguía solventarlo todo; el horno, la mufla,...*¹⁵⁸

En la primera fase del taller prácticamente todo el equipamiento técnico de la facultad de Barcelona, así como su infraestructura, era de fabricación propia o, en su defecto, adquirido comercialmente y posteriormente modificado para que se adaptase adecuadamente al espacio y las actividades concretas del aula.



¹⁵⁷ Ibídem.

¹⁵⁸ Dra. D^a Carmen Marcos Martínez. Entrevista 2013.



50. 51. Arriba: Planta del aula-taller de fundición de la Facultad de BB. AA de Barcelona en 1998 en el que se indican las diferentes zonas de trabajo. Abajo: Imagen del taller momentos antes de una colada. Podemos ver dos hornos de fusión –uno en activo-, los moldes dispuestos en el pavimento y la mufla fabricada por los responsables de la asignatura.

En el primer congreso nacional sobre fundición artística, coordinado por la Prof^a. Dra. D^a Carmen Marcos, el Prof. Dr. D. Joan Valle Martí nos hace una buena descripción de los equipos auto-fabricados para responder a las necesidades del primer laboratorio de Foneria. *Los primeros hornos de descerado con los que se dotó la fundición fueron hornos de fibra cerámica y pusieron de manifiesto, durante un periodo de tiempo prolongado, una gran efectividad y simplicidad en el funcionamiento*¹⁵⁹. Uno de estos hornos, *de campana y solera elevada*, recuerda mucho a las muflas de cerámica tradicionales de ladrillo, con un cuerpo principal o cámara donde colocar los moldes, con la chimenea adosada, pero con la peculiaridad de que al estar fabricado mayoritariamente de fibra y requerir una estructura metálica mínima puede ser elevado durante la fase de carga y descarga de la mufla. Cuenta Joan Valle que precisamente esta mufla experimental podía ser calentada con cualquier tipo de combustible, desde gas o gasoil hasta carbón. Lo expresaba también varios años antes así:

La Mufla es una campana de manta cerámica también, con sistema invertido de salida de gases, funciona con un sistema mixto de alimentación de gas, gasoil, madera o carbón, como quemadores

¹⁵⁹ VALLE MARTÍ, Joan. Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del taller de fundición y en el proceso de la Cascara Cerámica, p. 111.

y la gran ventaja que tiene es que estamos consiguiendo procesos de combustión de ceras y quemado de moldes de diez y doce horas, (para negativos de yeso) (...) ¹⁶⁰



52. 53. Dos de las muflas para cocción de moldes de fundición fabricados personalmente por el profesorado y técnicos responsables de la asignatura. Facultad de BB. AA. de Barcelona.

Un segundo horno de fibra, fabricado en el exterior del aula, muestra un diseño más sencillo, podríamos decir *de caja abatible*. De mayor capacidad, permitía un acceso directo de los cilindros o demás moldes refractarios tan sólo desplegando las paredes del mismo. En general, todos estos hornos de fibra *pusieron de manifiesto su versatilidad en el uso de combustibles, su flexibilidad, su ligereza, su bajo consumo y múltiples ventajas más (...) ¹⁶¹*, algo que desde nuestro punto de vista es bastante importante. Por otra parte, también se construyeron hornos de fibra cerámica específicos para la fusión del metal, normalmente modelos de crisol. En un principio el horno de fusión era de cemento refractario pero Joan Valle explica muy bien los motivos de cambiar a un horno de fibra:

(...) con cemento refractario, lo cual implica que tiene una inercia térmica impresionante y que es útil para coladas largas (Proceso continuo de fundición), pero es contraproducente para coladas cortas, para una sola, que es lo que se puede hacer normalmente en clases semanales. ¹⁶²

Por desgracia, y tras considerar los riegos e inconvenientes legales de disponer de este tipo de equipamiento no homologado de fabricación casera, que incumplen la normativa universitaria vigente en Barcelona, durante el curso 2005-2006, estos hornos de fibra

¹⁶⁰ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, p. 434. Entrevista realizada al profesor Dr. D. Joan Valle Martí.

¹⁶¹ VALLE MARTÍ, Joan. *Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del taller de fundición y en el proceso de la cáscara cerámica*, p.112

¹⁶² AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, p. 433. Entrevista realizada al profesor Dr. D. Joan Valle Martí.

dedicados al descerado, cocción y sinterizado de moldes refractarios para fundición artística fueron definitivamente desmantelados.

Equipamiento auto-fabricado: Los hornos de ladrillo refractario.

Tras sopesar el riesgo que pudiese causar a largo plazo el uso de fibras cerámicas, sobre todo tras la utilización continuada de los hornos de descerado y fusión, tanto profesores como técnicos no tardaron en probar equipos alternativos, cuya construcción se basaba principalmente en el empleo de ladrillo refractario de baja densidad.

“El primer horno al que denominamos el Arca, no es más que una caja con ruedas forrada en su interior con ladrillo refractario poroso. Dispone de una obertura en la parte inferior por donde entra la llama, y está totalmente abierto por la parte superior. (...). Se ha utilizado tanto gas propano como gasoil en las actividades y, lógicamente, también se puede utilizar carbón, (...)

El segundo horno de descerado, al que llamamos Rub, (...), también se construyó una caja, aunque en este caso se hizo abovedada, con ladrillos refractarios porosos, sobre una parrilla elevada, (...). Se ha utilizado como combustible el gas propano, aunque está en estudio un sistema de adaptación al gasoil.”¹⁶³

Por último también se recurre al ladrillo refractario de baja densidad con refuerzo de cemento refractario al 62% de zirconita en aquellas zonas más castigadas por la llama de los quemadores.

Se construyó este horno para crisoles AX 20 de unos 35 Kg, reduciendo de esta manera, por un lado, la capacidad e incrementando, por el otro, la agilidad en el manejo.”¹⁶⁴

¹⁶³ VALLE MARTÍ, Joan. Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del taller de fundición y en el proceso de la Cascara Cerámica, pp. 113-114.

¹⁶⁴ Ibídem, p 114.



54. 55. 56. 57. Cuatro imágenes del horno RUB. Diseñado por el técnico de taller D. Rubén Campo para el descerado y sinterizado de moldes de cáscara cerámica por choque térmico.

Podríamos afirmar, sin miedo a equivocarnos, que el 12 de febrero de 2003 es una fecha clave en materia de espacios, infraestructuras, equipamiento y seguridad para el ejercicio de la fundición artística en la facultad de BB. AA. de Barcelona. Según nos cuenta el Dr. D. Joan Valle Martí¹⁶⁵, tras recibir ese día un informe emitido por la Asesoría Jurídica de la Universidad con respecto a las *responsabilidades y obligaciones en materia de seguridad y prevención*, la Comisión de Seguridad de la Facultad de BB. AA. comienza a trabajar de forma coordinada con la OSSMA (Oficina de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de la Universidad). De esta colaboración nace un informe con los riesgos latentes en las actividades llevadas a cabo en la facultad -entre ellas por supuesto la fundición artística- y en consecuencia un plan de actuación para poner fin o minimizar al máximo tales riesgos. Dentro de este plan de actuación se consideraron los siguientes cambios, así como un buen número de medidas preventivas, en el laboratorio de fundición¹⁶⁶:

¹⁶⁵ Ibídem, p. 105.

¹⁶⁶ Ibídem, pp.109-110.



58. Cabinas de laboratorio instaladas en la zona de trabajo de ceras como sistema de extracción localizada.

Con respecto a la Zona de ceras:

- Cerramiento de la zona de ceras.
- Sistemas de circulación forzada y renovación de aire.
- Cabinas de fusión de cera y aspiración de humos.
- Instalación de depiladoras y freidoras eléctricas para la elaboración de ceras.

Con respecto la Zona de Baños o rebozados:

- Cabinas de rebozado con aspiración forzada.
- Sistemas de circulación forzada y renovación de aire en la zona de moldeado.

Con respecto a la zona de Fuego:

- Y cerramiento de la zona de hornos y colada.
- Construcción de la cabina para el horno de descere, con sistema auxiliar de extracción de humos.
- Sustitución de los dos hornos experimentales “grandes” de descerado por un horno eléctrico homologado.
- Sustitución de los hornos experimentales “pequeños” de fibra por hornos experimentales de ladrillo poroso.
- Restricciones de uso para los hornos experimentales: solo demostraciones.
- Construcción de la cabina de fusión y de la campana móvil, con sistema auxiliar de extracción de humos.
- Sustitución de los hornos experimentales por un horno homologado

- Restricciones en el uso.
- Cerramiento de la zona de hornos y colada.
- Puertas correderas transparentes.
- Racionalización de la actividad de vertido de metal
- Sistema de circulación de aire ambiental, para la eliminación de polvos y de humos
- Cerramiento y legalización de los depósitos de combustibles.
- Acciones restringidas al personal autorizado.

Una zona para el descascarillado, repaso y pátina:

- Zona exterior situada al aire libre.
- Zona de acabados (reubicación y reordenación).
- Cabina de chorro de arena (sustitución por una máquina de chorro de arena).
- Zona de soldadura (reubicación).
- Zona y cabina de pátinas (reordenación, se adquirieron los armarios pertinentes).



59. 60. Izquierda: cabinas donde realizar los rebosados de cáscara cerámica o fibra de vidrio con buena ventilación. Derecha: horno de fusión para crisol, homologado, adquirido tras el informe de 2003.

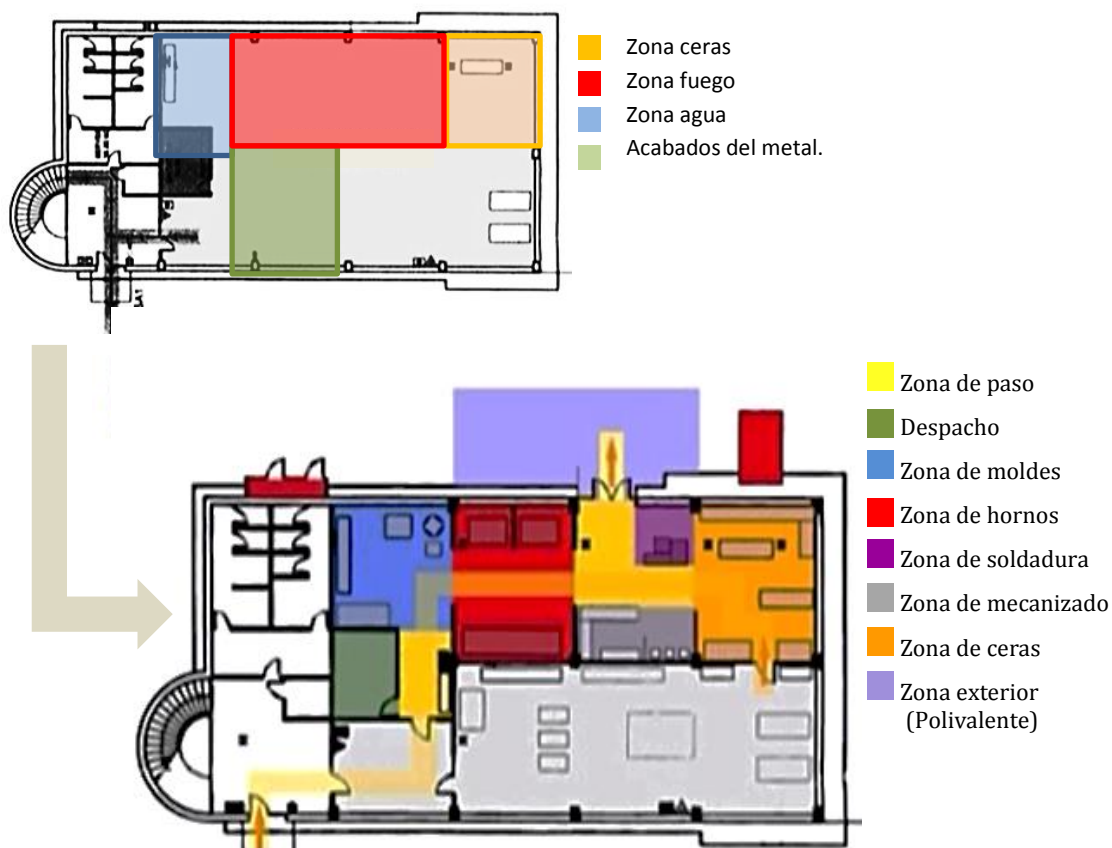
El espacio de taller sufre un notable cambio, pues si bien se conservaron las zonas de trabajo casi en su misma ubicación dentro del aula compartida, éstas se vieron delimitadas físicamente, sobre todo aquellos espacios destinados a la fusión y colada del metal, que tuvieron que ser aislados y equipados debidamente. Si bien todos estos cambios fueron llevados a cabo a buen ritmo y consiguiendo buenos resultados, durante el curso académico 2005-2006 surgen noticias de que existe un nuevo proyecto de ampliación para la Facultad de Bellas Artes de Barcelona y el edificio en el que se ubicaba entonces el aula de fundición

iba a ser demolido, la continuidad de los contenidos en fundición artística puesta en tela de juicio. Afortunadamente la fundición artística superará estas incertidumbres y se abrirá una *segunda fase* de taller. El aula es trasladada entonces y ocupará por un corto periodo de tiempo unos antiguos comedores de la universidad.

Rubén Campo: Cuando ya lo teníamos todo montado nos vino la historia de que teníamos que cambiar de edificio, porque el edificio en el que estábamos no cumplía las condiciones más adecuadas, iban a hacer la ampliación de la facultad de Bellas Artes y se iba a empezar por la zona de los talleres. En ese intervalo, mientras se tiraba el antiguo edificio, la antigua fundición al suelo, y se construía la nueva fundición estuvimos en un local que eran los antiguos comedores universitarios, concretamente las cocinas.

Andrés J. Naranjo: ¿Para aprovechar instalaciones?

R. C.: Para aprovechar instalaciones que no había, porque habían arrasado con la cocina, se lo habían llevado todo, absolutamente todo, chimeneas, cables eléctricos, tuberías del agua... se tuvo que hacer, o sea, estaba el local vacío... vacío. (...)



61. Comparativa entre la distribución por zonas del aula-taller de fundición artística de la Facultad de BB. AA. de Barcelona desde 1998 a 2003.

(...) En el impasse éste que te digo, me tocó trabajar con los montadores y con el ingeniero, y yo creo que fue la parte más divertida, porque me escuchaban, atendían a lo que yo había estado viviendo en el antiguo taller y lo que me había costado adecuarlo para que funcionara, que las estaciones funcionaran, para que no se acumularan los humos, qué extractores colocaba, qué es lo que a mí me funcionaba y qué no me funcionaba. Me escuchaba y me decía "bueno, pues yo te voy a montar esto ¿te puede funcionar? porque éste es el presupuesto que hay, y entonces yo decía sí-no...y así se fue adaptando aquel espacio poquito a poco se fue adaptando a necesidades concretas que yo tenía, atendiendo siempre a "¿qué necesitas aquí?" una mesa de acabados, "ahí en la mesa de acabados, ¿qué necesitas, enchufes?" "¿4, 6,... enchufes?" 4 como mínimo. "pues venga te pongo 4 de aquí y 4 de aquí... las estanterías aquí, la mesa ¿cómo la vas a colocar así?", "entonces necesitas una extracción de aire que te venga por aquí; el horno ¿dónde lo quieres?"... "Vale, pues si montamos el horno, con una tubería que salga de chimenea directa y una extracción general de las campanas, todo..."(...

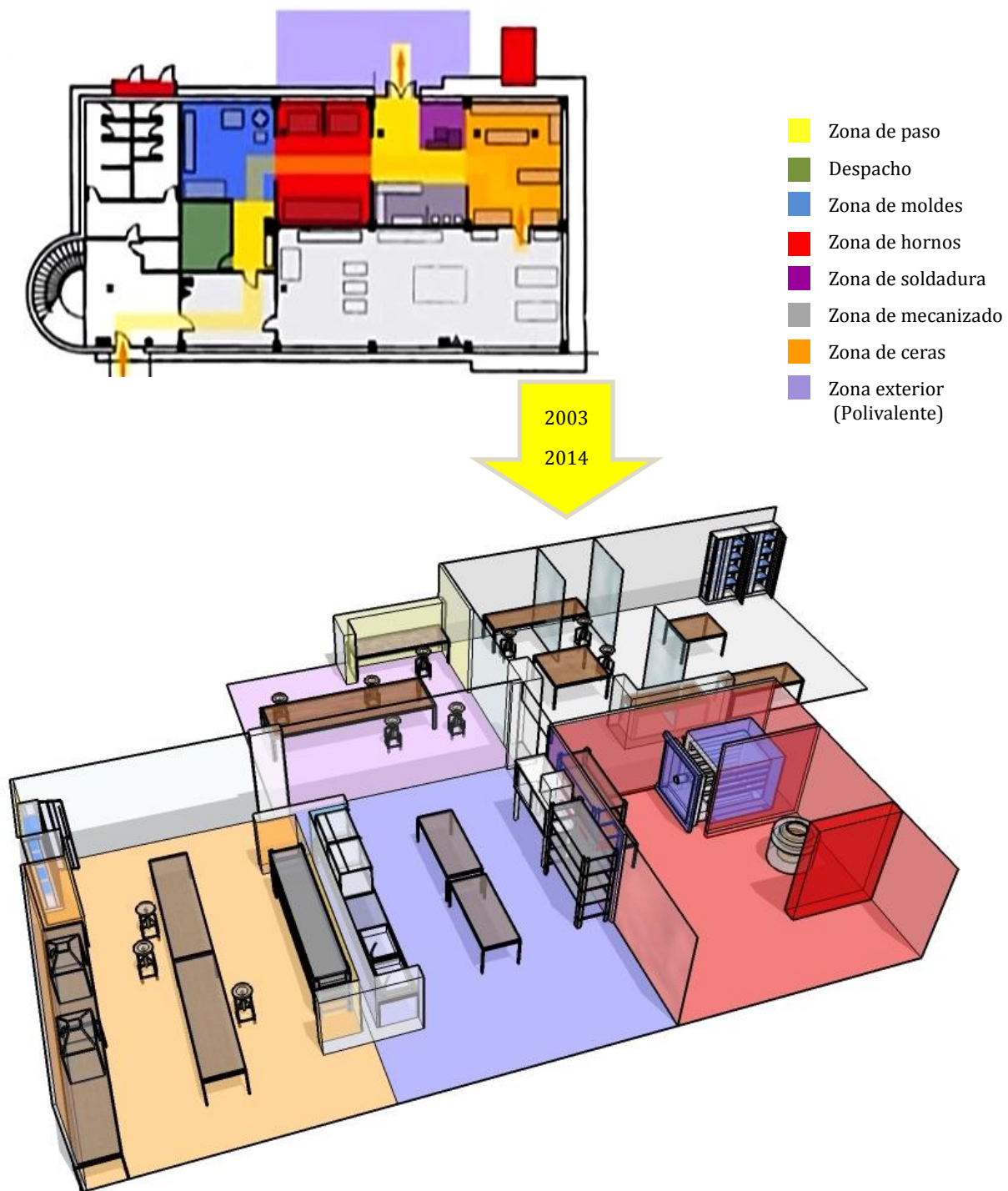
Lo que a mí me había funcionado, él lo había visto y lo mejoró, porque él tenía los conocimientos, sabía qué motor necesitaba para aspirar una zona concreta de trabajo, dónde tendría que colocar las extracciones, qué es lo que podía hacer con los motores que tenía, porque era todo muy apañado, las tuberías se habían aprovechado del antiguo taller... era todo reaprovechado, mucha diferencia con el de ahora. Realmente, en aquel taller, se notaba que no se acumulaban los humos de las ceras, la distribución, al ser un poquito más amplia la distribución y el movimiento de los chavales era más fácil, era todo mucho más fácil, había otras cosas que eran más complicadas, porque quedaban las picas que por ciertas cuestiones tenían que ir en un sitio concreto... pero aun así, se fue adaptando el espacio a las necesidades concretas que nosotros teníamos y que habíamos estado aprendiendo en el primer taller.

La sorpresa ha sido en el último, en el que tenemos ahora, que ha sido un desastre, (...) han escuchado hasta cierto punto, vale, cómo distribuir las zonas, cómo respetar esas zonas de trabajo, la zona de ceras, la zona de moldes, la zona de hornos y la zona de acabados. Está muy bien compartimentado, con lo cual, en todo momento uno sabe lo que tiene que hacer en el sitio concreto, y no se pueden hacer ceras en la zona de fuego, porque está muy bien delimitado, físicamente está muy bien definido. El problema que hubo es que (...) no escuchaban temas de extracciones, se comprometían a ciertas cosas que luego no se ven cumplidas, y ahora estamos en una situación comprometida de taller."¹⁶⁷

Hoy día nos encontramos ante una *tercera fase* de taller, en un espacio que, a pesar de las insatisfacciones ante un sistema de extracción con notables deficiencias y la preocupación tanto de técnicos como de profesores sobre este asunto, es un espacio a disposición exclusiva de la asignatura. Es mejorable pero, al menos por lo que nos transmiten, se configura como la ubicación definitiva que además no hay que compartir con otras materias.

¹⁶⁷ Entrevista a D. Rubén Campo, técnico de taller del laboratorio de fundición de la Facultad de BB. AA. de Barcelona. 2014.

En cuanto a nuestra impresión como visitantes, decir que encontramos un laboratorio bien equipado y, como ya nos advertía Rubén Campo, con una distribución por zonas muy clara y bien organizada, donde se observa la herencia recibida de los anteriores espacios. A continuación, describimos el espacio de taller por zonas.



62. Comparativa entre la distribución por zonas del aula-taller de fundición artística de la Facultad de BB. AA. de Barcelona desde 2003 a 2014.

2.4.3.1. Zona de ceras.

Se advierte claramente en la zona de trabajo de ceras la preocupación por controlar las emisiones de humo producidas desde las primeras fases de trabajo en fundición artística. En una gran mesa de metal, bien pegada a una de las paredes del aula, encontramos los calentadores eléctricos de cera. Éstos se emplazan individualmente en cabinas de aspiración como las que pueden encontrarse en los laboratorios de química, las cuales están provistas de un conducto de extracción localizado en su panel posterior a una altura adecuada para succionar los humos producidos durante la preparación de ceras. Se trata de la única aula, entre las facultades visitadas durante la investigación, dotada de cabinas o sistemas de extracción localizada de estas características en la zona de ceras, pues lo usual es encontrar un espacio equipado con una ventilación general. Son las mismas cabinas de aspiración adquiridas en la *segunda fase de taller*.

En el espacio central de esta zona de ceras, varias mesas de metal se unen para generar una superficie amplia donde trabajar las piezas a fundir. Sobre ésta se sitúa una campana extractora de grandes dimensiones, encargada de controlar de un modo general las emisiones de humo. Dos campanas de extracción, adosadas a esta gran campana, se direccionan a dos puntos concretos del área de trabajo de los alumnos. Son las encargadas de controlar muy de cerca las emisiones de humo de los hornillos eléctricos situados sobre estas mesas de trabajo. En ellos combustiona gran parte de la cera residual presente en las herramientas metálicas usadas por los alumnos en la fabricación de modelos de fundición.

También vemos un pequeño puesto reservado a la preparación de ceras, concretamente se trata de una mesa de madera equipada con todo lo necesario para trocear los bloques de cera virgen, parafina, ceras comerciales microcristalinas, etc. La zona dispone de estanterías donde almacenar las materias primas y depositar los modelos en cera mientras están en proceso y también de un mueble-estantería para almacenar bajo llave aquellos aparatos y herramientas en desuso o poco utilizadas, como hornillos, cazuelas, freidoras, recipientes varios, etc.



63. En la imagen se ven las cabinas de laboratorio donde preparar las ceras, y en primer término sobre las mesas de trabajo los hornillos eléctricos y la campana extractora



64. 65. Izquierda: banco donde trocear la cera en bloques. Derecha: armario para almacenar las herramientas y demás útiles.



66. 67. Izquierda. Junto a las Pilas de agua o fregaderos dos cabinas para rebozados; Derecha: armario de secado, bajo el cual se depositan algunos materiales –como moldes o sacos de árido- para liberar de obstáculos las zonas de tránsito.

2.4.3.2. *Zona de agua, revestimientos cerámicos, moldes...y zona de secado.*

Un pequeño muro o tapia, de un metro y medio de altura –aproximadamente-, separa la zona de ceras de la zona de moldes, revestimientos cerámicos, fibra o zona de agua.

Los alumnos aplican los rebozados de cáscara cerámica o fibra de vidrio junto a los fregaderos, en dos cabinas de conglomerado -*auto fabricadas*- provistas de sistema de extracción. Por desgracia no superan las expectativas de muchos:

“¿Por qué me fue tan fácil hacer una extracción bien diseñada sin tantos medios y es tan difícil cuando tienes una empresa que se supone que tiene la mejor ingeniería de Cataluña en extracción de humos? No me lo han demostrado, no me lo han demostrado y tenemos problemas, problemas serios. Yo no puedo estar trabajando con la cascarilla porque tal como me está chupando la fibra o la moloquita por un tubo, me lo está echando por otro, está mal diseñado.”¹⁶⁸

Los moldes de picadizo, sin embargo, precisan de un espacio mayor, ocupando gran parte del pavimento de esta zona de trabajo, o en su defecto sobre algunas mesas portables – móviles- ubicadas temporalmente en esa zona.

El secado de los moldes de cáscara es llevado a cabo en el interior de un mueble fabricado expresa y exclusivamente para tal fin. Un ventilador situado a un extremo del mueble genera el flujo de aire necesario entre las piezas a secar y un extractor colocado al otro extremo –en la parte superior- termina absorbiendo esa corriente de aire, junto a las partículas de material que se hayan podido desprender de los moldes. Las estanterías de metal, sobre las que se depositan los áridos y demás productos, acaban por completar el mobiliario de esta zona de moldes.

2.4.3.3. *Zona reservada a trabajos con fuego.*

Se trata de un espacio reservado dentro del aula, únicamente conectada a la zona de moldes por la puerta de acceso y provista de mampara de metacrilato o cristal de seguridad desde la cual los alumnos tienen acceso visual a las actividades llevadas a cabo en el interior de esta estancia.

El horno de descere se encuentra dentro de lo que podríamos llamar una cabina hecha a medida y está provista de una campana de extracción situada sobre el equipo. Hablamos de una mufla eléctrica de vagoneta, con la cual se cuecen, desceran, sinterizan y en definitiva se preparan todos los moldes de fundición elaborados en el aula, tanto si son moldes de picadizo como si se trata de cáscara cerámica. El proceso o sistema de calentamiento es gradual.

Justo al lado de la mufla se sitúa el horno de fusión para crisol. Sobre éste también vemos una campana de extracción y una viga de acero por la cual se desplaza un polipasto que sirve de apoyo durante las coladas.

¹⁶⁸ Ibídem.

El pavimento se encuentra cubierto de arena de mármol, sobre todo en las proximidades al horno de fusión, como recurso preventivo ante posibles riesgos durante el manejo de metal fundido.

En Barcelona los moldes –sobre todo los moldes de cáscara cerámica- son enterrados en arena con la ayuda de unos encofrados de metal (concretamente usan esas cajas con las que habitualmente se preparan los moldes de arena en las fundiciones profesionales).



68. Zona de cocción de moldes refractarios, fusión y colada del metal y en definitiva las actividades con fuego. Se puede ver el horno de fundición homologado -junto a las pinzas y el crisol- y la mufla u horno de cocción. En el suelo varios encofrados de metal para contener los moldes enterrados convenientemente en arena. Los hornos se encuentran ubicados bajo una gran campana de extracción.

2.4.3.4. *Zona de repaso y acabado del metal.*

Se trata de una estancia reservada casi en exclusiva a esta actividad y separada del cuerpo principal del aula (dícese: zona de ceras + zona de baños y moldes + zona de descere, fusión y colada). En ella encontramos diferentes mesas de trabajo, tanto pegadas a la pared como ocupando el centro de la habitación. Algunas están dotadas con su tornillo de banco y otras

por el contrario están despejadas para trabajar cómodamente con los cinceles, las limas y demás. Ciertos puntos de trabajo están equipados con su extracción localizada.

Algunas cortinas de metacrilato flexible, diseñadas por el propio técnico de la asignatura, protegen a los alumnos de las emisiones producidas por la actividad de los compañeros durante el repaso de sus piezas, por ejemplo la proyección de partículas de metal al lijar o cortar, las chispas, el polvo de metal o cáscara...

2.4.3.5. *Zona de pátinas y eliminación de moldes al exterior.*

Disponer de un espacio totalmente abierto al exterior en el aula es un lujo para cualquier asignatura de escultura, pues bien, el laboratorio de fundición de Barcelona dispone de una zona abierta, con parte del espacio techado y equipado con una enorme mesa de trabajo. Lo habitual es encontrar a los alumnos en este patio exterior, liberando sus piezas tras la colada, rompiendo esos moldes que tan buen papel hicieron pero que ahora parecen asfixiar la pieza en metal y no dejarlas respirar adecuadamente. También es aquí donde se ultiman las piezas aplicándoles la pátina, para lo cual disponen de un rincón equipado con toma de agua, campana metálica para controlar las emisiones de humo y un tubo de extracción localizado en el lugar donde se han de situar las piezas de metal.

Incluso, si es necesario y el tiempo lo permite, muchas de las actividades docentes con equipos experimentales pueden realizarse en esta zona exterior, pensamos por ejemplo en un descerado puntual, de carácter didáctico, con una campana de descerado por choque térmico.



69.70. Arriba: dos vistas de la zona de repaso de metal;



71. 72. Abajo. Izquierda: Zona al exterior donde se realizan las patinas, la apertura de moldes tras la colada, almacenamiento de bombonas de gas y demás actividades que requieran de buena ventilación; Derecha: un detalle de la mesa de trabajo para dar pátinas, con un punto de agua y extracción localizada.

2.4.4. Facultad de BB. AA. de La Universidad de Sevilla.

En lo que a espacios de taller para ejercer la fundición artística se refiere, la Facultad de BB. AA. de la Universidad de Sevilla ha sufrido un gran cambio. Va más allá de una transición de espacios, ha sido más bien un salto de pértiga desde una situación en precario -una dinámica de enseñanza casi nómada, trashumante e itinerante- a la adquisición reciente de un espacio propio, estable, amplio, equipado y adecuado a la normativa vigente. El director de esta tesis, entre otros, ya venía advirtiéndolo desde hace tiempo que (...) *a diferencia de otras universidades, nuestro centro está localizado en pleno centro de la ciudad, con lo que las posibilidades de expansión del edificio que comprende la facultad son prácticamente nulas*¹⁶⁹. Esta coyuntura era uno de los condicionantes que más lastraban una evolución física de la fundición artística en nuestra facultad, ya en el 2000 precisamente el Prof. Dr. D José Antonio Aguilar barajaba la posibilidad de situar el aula-taller en un espacio arquitectónico diferente al edificio principal de facultad de BB. AA. que en esos momentos tan sólo estaba en proyecto de anexión.

Hay que decir que por lo menos en nuestra facultad los cursos de doctorado no cuentan con unas dependencias específicas, la práctica totalidad de los profesores imparten esta docencia en sus aulas respectivas, y la mayoría de ellos, por las deficiencias que venimos comentando, se limitan a ofrecer contenidos exclusivamente teóricos, relegando las prácticas, en el caso que existan, a cuenta

¹⁶⁹ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp. 455-459.

y cargo de los recursos que posea el alumno de forma particular. Pero la casuística de la fundición no es precisamente ésta, si se pretende ofrecer algo más allá de lo meramente teórico, se necesitan unas disposiciones muy específicas, que no son fácilmente improvisables en cualquier aula, con lo que tiene realmente complicado su desarrollo en tal coyuntura.

(...). En este sentido, tras estudiar, experimentar y analizar las distintas técnicas de fundición viables dentro del terreno educativo de las artes plásticas, hemos llegado a la conclusión que los inconvenientes que presentan cada una de ellas no son por sí mismos limitadores ni insalvables para nuestro ámbito, y lo verdaderamente complejo en nuestro caso era adaptarse a las condiciones especiales de las posibles ubicaciones que nos ofrece nuestro centro y focalizar hacia ese punto nuestros esfuerzos. Dentro de estas posibilidades y aunque la técnica que requiere menos y más elementales infraestructuras es la cascarilla cerámica, hace falta partir de un espacio mínimo que cumpla unos particulares que dependen directamente de las características concretas de cada uno de los procesos de los que se componen las técnicas. Luego dependiendo de esos medios habrá que acondicionar el taller a esos recursos.

(...), después de haber estudiado y experimentado diferentes opciones, nos hemos decantado por ajustar el proyecto a la posibilidad aún no concretada de la cesión de un edificio que solucionaría los problemas generales de espacio que hoy sufren los estudios artísticos en la Universidad, un hecho que como decimos imposibilita la incorporación de este contenido. El edificio que acogiera la Escuela de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría, la antigua vivienda del pintor Gonzalo Bilbao, se agregará a las infraestructuras espaciales de la facultad de Bellas Artes una vez que su actual inquilina, la Facultad de Ciencias de la Información se traslade a su nuevo emplazamiento en la Isla de la Cartuja. Hemos aprovechado esta coyuntura para que el proyecto de aula de fundición fuese completo y partiera de una solución real sobre unas bases posibles. También hay que dejar claro que ésta, si finalmente se produce, es una solución potencial de medio a largo plazo, debido a que las licenciaturas que hoy ocupan esta infraestructura cuentan aún con un escenario definitivo. Siendo optimistas esto no se producirá hasta dentro de un intervalo, en ningún caso menos, de un periodo que oscila entre cinco y ocho años.

Trabajando con estas perspectivas dentro de este nuevo marco a la hora de seleccionar el espacio adecuado para esta materia hemos tenido en cuenta la naturaleza de la fundición y las características de la construcción. El espacio que atesora las mejores condiciones es la actual sala de proyecciones de este centro, localizada en la esquina noreste del edificio ocupando toda esta fachada. De planta alargada, al sur linda con el jardín y al este con la calle Amador de los Ríos. Por la localización se ubica en una zona bastante aislada dentro del edificio con acceso al patio y con vanos amplios a la calle en todo este parámetro.

Características: Dimensiones generales: 22x9x4, más un espacio anexo de 7x4'5mx4.

En este espacio la asignatura contaría con las siguientes infraestructuras técnicas:

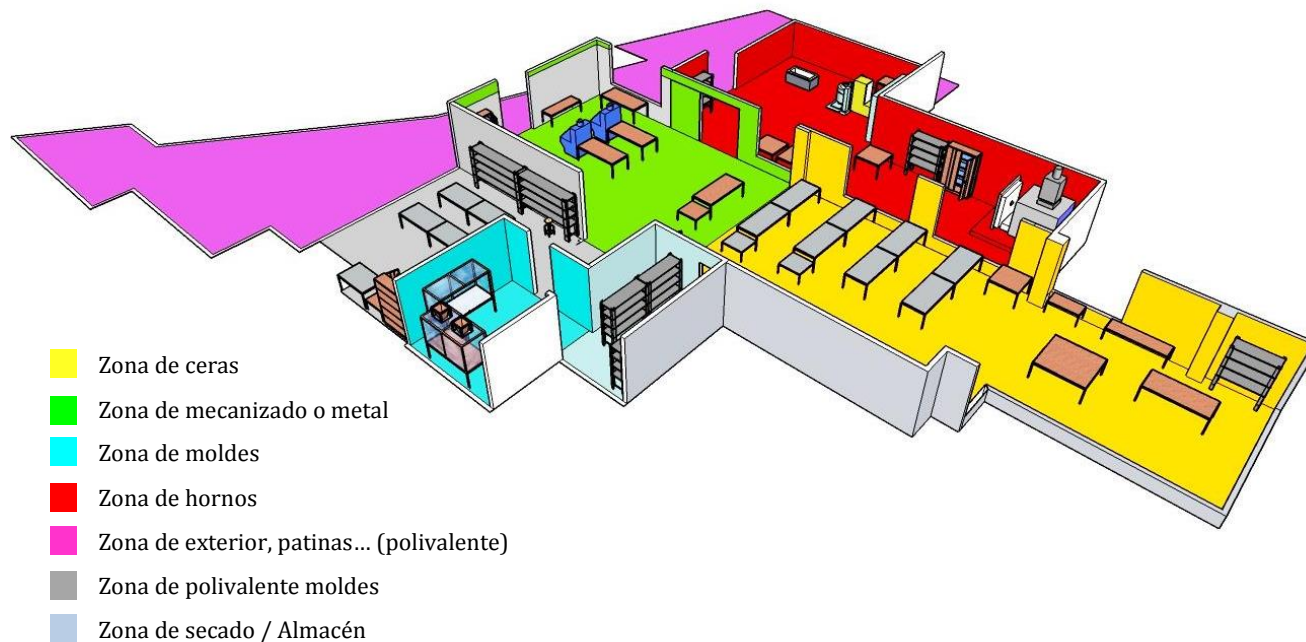
- Horno de Fusión Gasoil o de Gas. Campana de extracción.*
- Mufla de descere: Gas, quemador (chamuscador). Campana de extracción.*

La superficie de este espacio se organizaría de la siguiente manera. Atendiendo principalmente a dos factores: a las características de los procesos y técnicas y a las condiciones de seguridad.¹⁷⁰

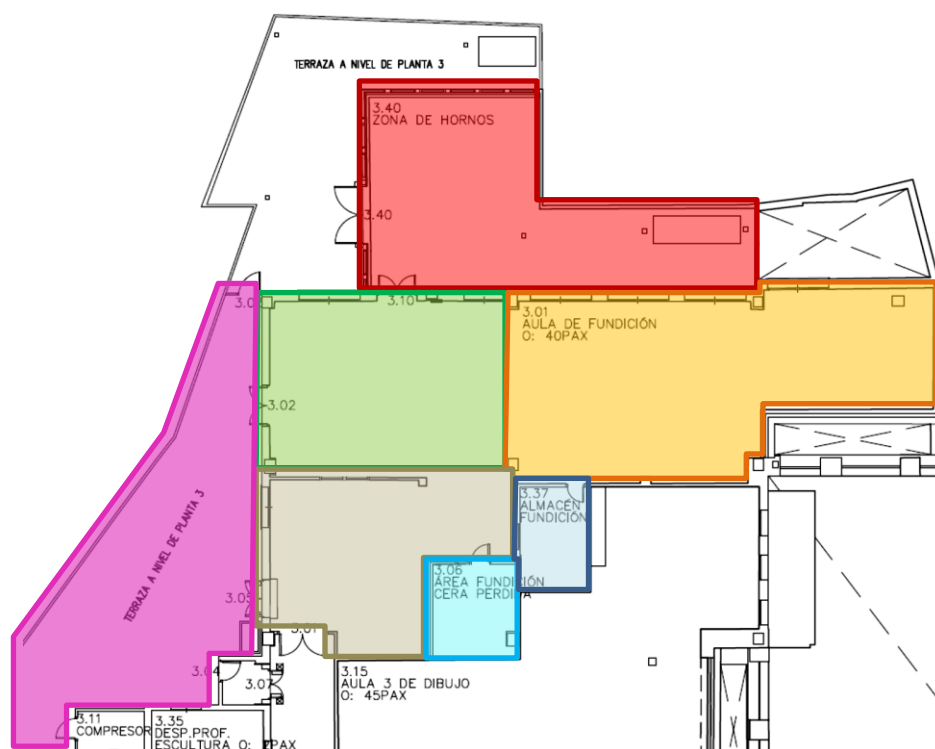
Gracias a la remodelación integral que se realizara con motivo de la implantación de la nueva titulación de Grado en Bellas Artes, finalmente la Facultad de Bellas Artes dispone de una edificación anexa en la calle Gonzalo Bilbao, si bien, el aula-taller de fundición artística terminó por ubicarse en el edificio principal de la calle Laraña. Sin duda, esta localización definitiva en pleno centro de la ciudad, muy próxima al casco antiguo de Sevilla, así como su emplazamiento en la tercera planta de un edificio histórico como lo es el de la facultad de Bellas Artes, hacen del taller un espacio atípico.

Se trata de un espacio que ya conoce el sabor de la escultura, pues ha albergado asignaturas de la extinta Licenciatura como *Procedimientos Escultóricos*, y su terraza ha sido testigo de muchos descerados y coladas itinerantes como parte de cursos de Extensión Universitaria o Doctorado.

Hoy el centro dispone de un amplio espacio de taller, bien distribuido por zonas y equipado sobradamente para los procesos de fundición artística contemplados en los nuevos planes de estudio, tanto en Grado como en Master. La división de tareas o distribución de zonas de trabajo es bastante clara, y en base a ello iremos describiendo un poco el espacio:



¹⁷⁰ Ibídem, pp. 515-517.



73. 74. Simulación en 3d y planta del aula-taller de fundición artística de la Facultad de BB. AA. de Sevilla.



75. Zona reservada a la elaboración de moldes de escayola. Equipada con mesas de trabajo, estanterías, y pila de agua.

2.4.4.1. Zona de moldes.

La zona de moldes es la primera estancia que encontramos al acceder al aula por la puerta principal. Está equipada con dos grandes mesas de trabajo de metal, un punto de agua y estanterías que cubren casi la totalidad de un paramento situado frente a la entrada. Pegadas al muro y a la derecha de la puerta de ingreso, dos mesas más de menor tamaño con algunos sacos de yeso y un mueble metálico para guardar herramientas. En esta zona suelen llevarse a cabo las tareas de vaciado que algunos modelos de fundición requieren como paso previo para ser positivados en cera.



76. 77. 78. 79. Arriba. Izquierda: Batidora eléctrica; Derecha: se pueden ver las estructuras diseñadas para aplicar los áridos, y la gomalaca a los modelos en cera

2.4.4.2. *Zona de aplicación de cáscara cerámica, secadero y almacén.*

La siguiente habitación, junto a la primera zona de moldeo, es un reservado para la aplicación de cáscara cerámica. Encontramos dos estructuras de trabajo diseñadas para facilitar las labores de rebozado de las piezas a fundir, una de ellas donde dar la goma laca previa a las aplicaciones cerámicas y dos estructuras más, a modo de cabina de rebozado, donde un añadido en la parte superior debe facilitar la caída homogénea de árido refractario sobre el modelo previamente bañado en barbotina. Los baños cerámicos, suponemos, se aplican directamente en las cubetas que forman parte de las batidoras de torno situadas muy cerca de las estructuras de rebozado anteriormente descritas. Un pequeño reservado junto a la zona de cáscara cerámica, equipado con estanterías, ventiladores y aire acondicionado, hace las funciones de secadero para los moldes y de almacén para productos como la sílice coloidal.

2.4.4.3. *Zona de ceras.*

Se trata del espacio más amplio y donde se elaboran tanto las piezas en cera como el sistema de colada necesario para llevar la fundición a buen término. Encontramos un gran número de mesas de trabajo (aproximadamente unas ocho, puestas en batería de dos en dos), equipadas con quemadores tipo bunsen, alimentados por una red general de gas - planteamiento muy parecido al de otras facultades, como por ejemplo el aula de fundición en Valencia-.

Al fondo, vemos un espacio para la preparación de ceras con una mesa con dos fogones de gas y otra con dos calentadoras eléctricas de depilación. Una campana de extracción y la ventilación natural ejercida por los grandes ventanales del aula son las encargadas de evacuar los humos producidos durante la actividad con cera. A este respecto, no observamos un sistema de extracción forzada localizado concretamente en los bancos de trabajo donde se llevan a cabo las tareas de soldadura de ceras, como sí vimos en la facultad de BB. AA. de Barcelona. Esta zona también dispone de una pila de agua, algunas estanterías y dos armarios de taller.



80. 81. Izquierda: uno de los quemadores a gas disponible en los puestos de trabajo de esta zona; Derecha: campana de extracción localizada sobre la mesa de fogones donde se calientan grandes cantidades de cera.



82. Vista de las mesas de trabajo para confeccionar los modelos en cera.

2.4.4.4. Zona reservada al repaso de metal.

Tres grandes mesas de metal, similares a la de la zona de ceras pero algo mayores en envergadura, sirven de separación entre la zona de ceras y el espacio reservado al repaso y acabado de las piezas una vez fundidas. Sobre dos de estas mesas cuelgan los puntos de toma de aire comprimido para las herramientas de pulido y corte de metal. Se trata de un sistema de mangueras enrolladas individualmente -como si de un metro se tratase- y conectadas al circuito de aire a presión alimentado por un compresor situado en una

estancia anexa al aula, en la terraza. Junto a las mesas de trabajo, dos bancos de soldadura aíslan tras ellos las bombonas de gas pertinentes para los equipos de soldadura y crean como un espacio independiente para esta fase de trabajo. Observamos un tubo de ventilación en esta zona, sin embargo algunos equipos –como los bancos de soldado- no están conectados a ella, por lo que se trata de una ventilación forzada general y no localizada.



83. 84. 85. Arriba: mesas reservadas al trabajo con las piezas ya en metal; Abajo. Izquierda: bancos de trabajo para soldar, junto a los equipos de soldadura y las bombonas de gas acetilénico; Derecha: Detalle de los puntos de aire comprimidos dispuestos en el techo y que forman parte de un circuito general.

2.4.4.5. Zona reservada a los trabajos con fuego.

Este espacio, anteriormente, formaba parte de la terraza abierta y su cerramiento se realizó expresamente para la asignatura de fundición. Destacan su amplitud e iluminación natural y ha sido dotado de un adecuado equipamiento:

- Horno de Inducción para fusión, INDUCTOTHERM EUROPE LTD Modelo VIP 50KW, Serie 15411. Cuenta con el horno de inducción propiamente dicho, Cabina de la Unidad de Fuerza, Sistema Hidráulico y Sistema de refrigeración.
- Horno para descerado Tecnopiro Especial Serie MIC-400; al cual se le incluye un Reactor Térmico DFI-100 para el tratamiento de humos.

El uso de una fuente de energía eléctrica hace que el proceso de fusión del metal sea limpio, reduciendo la emisión de humos o gases contaminantes a sus mínimos por lo cual no observamos un sistema de extracción localizado en la zona de fusión y colada. Por el contrario, y a pesar de tratarse de un horno eléctrico, la mufla para el descerado, cocción y sinterizado de moldes refractarios ha tenido que ser equipada con un filtro que procesa térmicamente las emisiones de humo producidas por la mufla antes de ser expulsadas al exterior a través del sistema de extracción localizado.



86. Horno de inducción para crisol, INDUCTOTHERM EUROPE LTD Modelo VIP 50KW, Serie 15411. El hogar del horno es elevable y frente a él se encuentra el lecho de colada. El pavimento está cubierto de arena como recurso preventivo.

Tanto en Grado como en Máster, la versión técnica habitual –que no decimos exclusiva- es la fundición artística a la cera perdida con moldes de cáscara cerámica; la fusión y vertido de metal fundido se efectúa con crisol exento, por ello ante el horno de fusión encontramos el arca de colada y un sistema -en puente- con polipasto para facilitar el proceso. El pavimento en esta zona está cubierto por una capa de arena, como recurso preventivo.



87. 88. Izquierda: Horno de descere eléctrico con solera de carretilla; Derecha: Reactor térmico dispuesto sobre la mufla para calcinar las emisiones producidas durante el descerado de moldes.

2.4.4.6. *La terraza.*

El aula de fundición artística de la universidad de Sevilla, cuenta con un espacio abierto inestimable que, como ya mencionamos al comienzo de este apartado, había sido un lugar socorrido para solventar este tipo de actividades en las iniciativas anteriores a los nuevos planes de estudio, previo a la existencia de una asignatura en fundición artística propiamente dicha. Se trata de una amplia terraza donde poder llevar a cabo las pátinas y donde encontramos ubicada la cabina para la pistola de arena así como el compresor que abastece a las herramientas neumáticas de la asignatura. Una mesa de trabajo, varias taquillas y una pila completan el mobiliario de esta zona, que en general es un espacio diáfano.



89. Mesa de trabajo, junto a la cabina donde se aplica el chorro de arena a las piezas para eliminar el molde cerámico tras la colada.

2.4.5. Otros espacios universitarios de interés.

En este apartado recogemos los modelos de taller de tres facultades de las que no tenemos una información directa, dado que no las hemos visitado personalmente, pero de las que contamos con referencias que pueden contribuir al desarrollo de este trabajo. Disponemos de documentos recientemente editados, como la tesis doctoral del Dr. D. David Vila Moscardó -defendida en 2015-, o una serie de fotografías recientes, como las del aula-taller de fundición de Granada, junto al testimonio de algún alumno de esos centros¹⁷¹. No podemos trasladar nuestra percepción *in situ* del taller, o transcribir el testimonio de los responsables más directos de la asignatura, sin embargo, durante nuestro estudio bibliográfico hemos recabado una serie de datos interesantes sobre estos espacios de taller, por lo que no desecharemos nada y analizaremos cuanto pueda ser un referente útil al escultor interesado por la fundición artística.

2.4.5.1. Facultad de BB. AA. de la Universidad de Madrid.

En el caso de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, poco tenemos que añadir a las palabras de nuestro director, ya que el espacio programado para trabajos en fundición artística parece haberse mantenido a lo largo de los años.

*El espacio que ocupa la fundición forma parte de los talleres de técnica que posee el Departamento de Escultura. Éstos cuentan alrededor de 2500 m², en un pabellón compartimentado en tres zonas dedicadas a la piedra, la madera, y una tercera al trabajo del metal, donde se encuentran ubicadas las infraestructuras de fundición. De entre ellas destacamos un horno de fundición eléctrico, el único de este tipo que hemos constatado en las distintas facultades de Bellas Artes que imparten fundición, y una mufla de descere también eléctrica cuyas dimensiones son: 100x60x60. La decantación por este tipo de energía, cuya mejor cualidad es la limpieza y la seguridad, se debe a imperativos de la propia Universidad. Aunque más cara y menos rentable a nivel programático que el gasóleo o el gas, dado que implica un período bastante prolongado para la fundición del metal, luego por el contrario, es el recurso más seguro. (...)*¹⁷²

Seguimos poniendo el punto de atención en el uso de equipos eléctricos en tres de las fases más relevantes del proceso de fundición artística: la eliminación del modelo, la cocción o sinterizado del molde refractario y la fusión del metal. Pero, si bien hoy no es la única Facultad de BB. AA. en la que la electricidad es la fuente de energía principal de estas fases en el taller, lo cierto es que los tiempos de trabajo en Madrid son particulares, sobre todo durante el proceso de fusión del metal. En la intervención del Dr. Don José Luis Pares y la

¹⁷¹ Quisiéramos agradecer en este sentido la colaboración de Esperanza Durán.

¹⁷² AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, p. 452.

Dra. D^a Xana Álvarez Kahle, durante una de las ponencias del II Congreso sobre Fundición Artística pueden apreciarse esas peculiaridades metodológicas:

El horno se programa para que se encienda a las 4:00 de la madrugada, de esta forma habrá alcanzado la temperatura de fusión del bronce sobre las 10:00 de la mañana, hora prevista para realizar la colada.

La mufla también se habrá programado para que complete el ciclo hacia las 10:00 de la mañana del día siguiente. La curva realizada por la mufla es idéntica a la que se hizo para quemar las ceras de las pruebas: la temperatura final sería de 750 °C, siendo la primera consigna del programador llegar a 300 °C en doce horas, la segunda, llegar a 750 °C en seis horas realizando en este punto una meseta de dos horas y continuando con un descenso hasta 350 °C en cuatro horas más.¹⁷³



90. 91. Izquierda: El Prof. Dr. D. José Luis Pare cerrando el horno de fusión una vez colocado el crisol en su interior; Derecha: Cerrando la mufla donde se descenderá el molde refractario.

¹⁷³ PARES PARRA, José Luis, ÁLVAREZ KAHLE, Xana. Fundición en Caliente por Colada Directa con Quarzfin. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009.



92. Abajo: con la ayuda del técnico de taller vertiendo el metal fundido sobrante en la lingotera. Al fondo podemos ver una campana para descerar por choque térmico.

2.4.5.2. Facultad de BB. AA. de la Universidad de Granada.

La Facultad de BB. AA. de Granada fue la primera en tomar ejemplo de La Laguna e incluir el temario de fundición en sus planes de estudio; lo hizo a partir de 1988, cuatro años más tarde, dentro de la asignatura de tercer curso *Procedimientos Escultóricos*. Los profesores que iniciaron esta andadura fueron, en un primer momento, el Dr. D. Miguel Barranco López y, posteriormente, el Prof. Dr. D. Juan Antonio Corredor Martínez. Más tarde los contenidos se desplazaron hacia *Procedimientos Escultóricos II y III*, de cuarto y quinto curso respectivamente, pasando del Primer al Segundo Ciclo y finalmente, en el plan del 96, se derivaron los contenidos hacia una asignatura independiente denominada *Técnica de los metales y fundición*¹⁷⁴. Así describió el Prof. Dr. D. José Antonio Aguilar el espacio y las infraestructuras con las que contaba la Facultad de Granada en 1998:

La facultad dispone principalmente de un espacio bien diferenciado aislado de las demás aulas y que se encuentra entre las infraestructuras de la asignatura de procedimientos Escultóricos de la que depende. Este recinto forma parte de un complejo de nueva construcción (97-08) que se

¹⁷⁴ AGUILAR GALEA, José Antonio. José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, p. 407.

compone de varias naves donde se realizan estas actividades y es la zona donde está localizada el área de escultura. Cuenta además de distintos espacios anexos descubiertos que suponen un gran desahogo para la misma. Uno en una zona interna entre dos naves, (...), donde está localizada la campana de descere para la cáscara cerámica, y otro que da acceso al aula. Dentro de la misma, los espacios se distribuyen entre las operaciones de moldeo, fusión, colada de los metales, el repaso y las pátinas. Salvando la ubicación del horno de fusión y la consecuente colada y las muflas, en los extremos laterales del aula, por las propias características de estos medios, las demás actividades no tienen un enclave determinado, fundamentalmente por la discontinuidad presencial de este contenido en las asignaturas de "Procedimientos".

(...) La nave dedicada a la fundición, de unos 100m² (15x17m, altura de 5-4m) se ve ocupada en gran parte por la zona del horno de fusión y las muflas, y aunque tiene un acceso bastante amplio, dispuesto en puertas correderas, no cuenta con las características espaciales adecuadas. Según éstas necesitaría un sistema apropiado para la extracción de los gases y humos propios generados por el horno que, por el hecho de utilizar gasoil como combustible, contamina en mayor grado las instalaciones. Por el contrario la mufla de descere y desecado de la chamota sí canaliza al exterior los residuos por medio de una tobera. Tampoco la altura de los techos de 4 y 5 metros en la parte más alta, permite la salida libre de los gases, acumulándose en el interior. Esta circunstancia se ve más acuciada en la medida de que la utilización de técnicas de fundición por gasificación, como es el caso, aumentan la concentración ya no sólo de los generados por la combustión del metal, sino por la volatilización del poliestireno expandido durante el vertido del metal. Creemos que este tipo de condiciones generales debían corregirse para el apropiado uso de las instalaciones y la seguridad de las personas que utilizan el aula.

Como podemos comprobar la situación actual presenta ventajas e inconvenientes frente al anterior emplazamiento. La principal es la disponibilidad de espacio libre en su derredor, circunstancia que sirve para descongestionar las instalaciones al disponer de un espacio hábil para determinadas operaciones, permitiendo que en un futuro puedan ser ampliadas o completadas, pero por el contrario el diseño, distribución de los espacios y recursos del anterior aula presentaba una mejor rentabilidad. La principal característica que tiene este espacio es su disponibilidad, es decir, exceptuando las operaciones de fusión y colada y el descere de los revestimientos tradicionales, el resto de etapas se realiza indistintamente a lo largo de la extensión del aula. Por esta razón en el esquema de distribución de zonas de trabajo (...) sólo se especifican las que tienen lugar de desarrollo concreto.

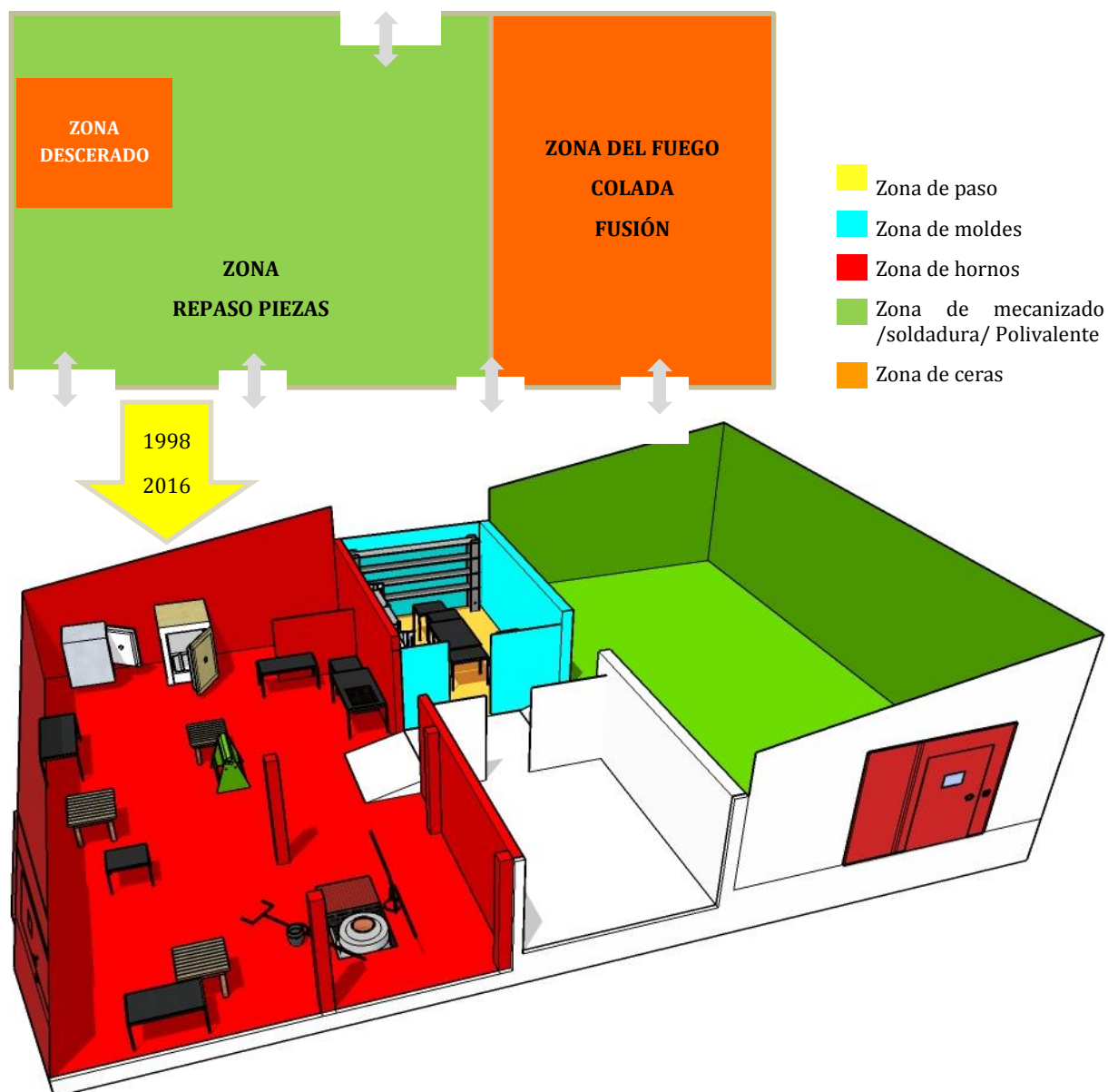
- PRESTACIONES:

- *Horno de fusión: adquirido, con una capacidad máxima de crisol de 50-60 kg. quemador de calefacción adaptado de gasoil. Ubicado en un foso.*
- *Campana de descere o quemado, auto-construida para cáscara cerámica.*
- *Mufla de cocción de vagoneta, para la chamota. (Propano)*
- *Mufla de cocción, eléctrica.*

Además de las instalaciones propias de un taller de metal, soldadura, fragua, etc.,¹⁷⁵

¹⁷⁵ *Ibíd.*, pp. 414-416.

Actualmente el aula de fundición mantiene las condiciones espaciales que ya tenía en 1998. El taller sigue ubicado en la misma edificación anexa al resto de aulas de la Facultad de BB. AA., si bien, hoy día, parece disponer de espacios mejor delimitados, donde las zonas de trabajo se reparten por las diferentes naves adosadas entre sí. Digamos que se percibe una mayor estabilidad como actividad de lo que la tuvo en sus comienzos.



93. Comparativa entre la distribución por zonas del aula-taller de fundición artística de la Facultad de BB. AA. de Granada desde 1998 a 2016.

Zona de ceras y moldes.

Se trata del antiguo espacio abierto que menciona el Prof. Dr. D. José Antonio Aguilar y en el cual se descereaba por choque térmico. Hoy la campana de descere para este procedimiento se encuentra enmudecida y abandonada en ese pasillo entre naves. La zona de ceras y moldes se localiza entre los dos cuerpos principales del edificio, y su tamaño difiere bastante de las dos naves diáfanas que lo flanquean, éstas son, la zona de metalistería y el espacio donde se lleva a cabo el descerado-cocción de moldes refractarios y la fusión y colada de metales. Junto a la zona de ceras y moldes se ubica también el taller de madera.



94. 95. Dos imágenes de la estancia donde preparan los modelos en cera y trabajan los moldes de yeso, silicona, etc.

Los modelos en cera por lo general suelen obtenerse mediante el positivado con moldes de silicona o escayola. Tal vez por ello la presencia de mecheros bunsen u otros quemadores de mesa es bastante reducida. Observamos algunas bombonas azules de camping-gas que se emplean para calentar la cera comunitaria antes del pincelado de moldes. En la zona central de la estancia varias mesas de trabajo dominan el espacio y, junto a éstas, dos estanterías, pegadas a la pared de la izquierda y flanqueada por dos armarios de taller, donde colocar los moldes y algunos materiales. En la pared del fondo, un complejo de estanterías, con bastante espacio entre sus baldas, cubre toda su superficie. A la derecha de la entrada, un pallet con sacos de yeso, una mesa y una carreta. En este centro se funde a la manera tradicional, con moldes de olla, y la configuración de estos se lleva a cabo también en esta zona, aunque a veces se hace en la de colada o en el aula de metal por disponer de mayor espacio. El aula de fundición de la facultad de BB. AA. de Granada carece de un espacio exclusivo para la cáscara cerámica, a pesar de que sí disponen de una campana de descerado por choque térmico, testimonio de esa actividad en días pasados o en momentos puntuales.

Zona del fuego.

El horno de fusión y la mufla de descerado se ubican cada uno en un extremo de una de las naves. El horno de fusión, situado en un foso del pavimento, parece ser el mismo horno descrito por el Prof. Dr. D. José Antonio Aguilar, y el espacio también parece ser el mismo en el que se ubicaba en 1998. Si bien, hoy cuenta con una campana de extracción localizada y cuyo conducto de evacuación, totalmente vertical, atraviesa la cubierta de la nave. Entre la boca del horno y la campana puede haber más de dos metros de separación, lo cual dificultaría la captación de los humos contaminantes, a pesar del impulso natural de éstos a elevarse. Además, no cuenta ya con un sistema de ventilación forzado situado en el techo del taller que solucione ese inconveniente. Un polipasto situado en las vigas de la estructura que enmarcan la zona del horno facilita las operaciones durante la colada. La mufla para el descerado y cocción de moldes, de apertura frontal, parece ser de gas, con dos quemadores en la parte delantera, e incluye un sistema de extracción localizado en la parte superior del equipo.

Zona de repaso y acabado del metal.

Una vez obtenida la pieza en metal los alumnos disponen de dos espacios básicos para eliminar el metal sobrante y repasar su trabajo. Uno de estos espacios es la zona polivalente que encontramos en la propia zona de fuego, provista de varias mesas de trabajo para el metal, fragua -aunque en nuestro caso no es relevante- y algún equipo de soldadura. Después se encuentra la nave de metalistería; un gran espacio bien equipado para el trabajo con metal, donde distinguimos varios bancos de trabajo, varios equipos de soldadura –entre ellos uno de hilo de bronce continuo-, una sierra circular, taladro vertical, plegadora, etc... El acabado final de las piezas, con la aplicación de la pátina, se efectúa en el exterior del taller, al aire libre, y si por cuestiones climáticas no es viable se suele llevar a cabo en la zona de fuego.



96. Una vista general del aula-taller donde se puede ver la mufla, varios bancos de trabajos y algunos equipos para trabajar metal



97. 98. 99. 100. Arriba-Izquierda: Zona de colada, con el horno de fusión por debajo del nivel del suelo; Arriba-Derecha: Detalle de la campana de extracción localizada en la zona del horno de fusión; Abajo-Izquierda: vista general del aula-taller de metal; Abajo-Derecha: equipos de soldadura de hilo continuo, en este caso con bobina de bronce.

2.4.5.3. Facultad de BB. AA. de la Universidad Miguel Hernández, Altea.

A continuación, y para terminar este apartado sobre los espacios universitarios, analizaremos el taller de fundición de uno de los centros universitarios más recientes de nuestra península y el único en contar con un espacio específico para esta materia desde sus inicios, coincidiendo éstos con la investigación del Prof. Dr. D. José Antonio Aguilar Galea.

(...) comenzó su andadura en el curso 97/98 y el equipo encargado de su organización está trabajando, y según las noticias que tenemos, va a incluir la Fundición como oferta de contenido técnico de su plan de estudios, no como una asignatura específica ni como materia programada dentro de alguna otra, sino como un taller más, de uso compartido para el Primer, Segundo y

*Tercer ciclo. (...) en general la fundición se incorporó posteriormente a la creación de las distintas facultades de bellas Artes, adaptándose a espacios que no fueron proyectados para acoger una materia tan específica, este es el ejemplo de Valencia y Barcelona, (...). De hecho la fundición en estos centros universitarios, nunca arrancó con la creación de la facultad, en todas las ocasiones se ha ido incorporando posteriormente. El modelo que sigue Altea en el que ya desde el inicio de la creación como centro se está trabajando en la incorporación de la fundición como taller resulta ser la primera vez que ocurre en la Universidad española. Creemos que para que esto haya sucedido era necesario contar con la trayectoria y experiencia anterior de las distintas facultades de Bellas Artes.*¹⁷⁶

Efectivamente, hoy día la facultad de BB. AA. de Altea cuenta con un gran Taller de Fundición, del que conocemos su evaluación con bastante profundidad gracias al proyecto de tesis doctoral del Prof. Dr. D. David Vila Moscardó. Si bien estaba clara la incorporación de un espacio para esta actividad en los planes de la facultad de Altea, su configuración no fue definitiva desde el principio y sufrió algunos cambios antes de disfrutar de su situación actual. Podríamos decir que el Taller de Fundición de Altea ha pasado, básicamente, por dos etapas; un periodo en el que comparte parcialmente su espacio con otros talleres, como el de cerámica, y en el que se realizan actividades en los exteriores de la edificación y con un equipamiento versátil, montable y desmontable, que podríamos calificar “de campaña”; y un periodo posterior con un espacio propio, independiente, bien estructurado por zonas y sin necesidad de llevar a cabo parte del proceso en zonas externas a la edificación del taller. Nos pareció oportuno transcribir la descripción que el Prof. Dr. D. David Vila hace de cada uno de los espacios de trabajo donde se ejerció la fundición artística.

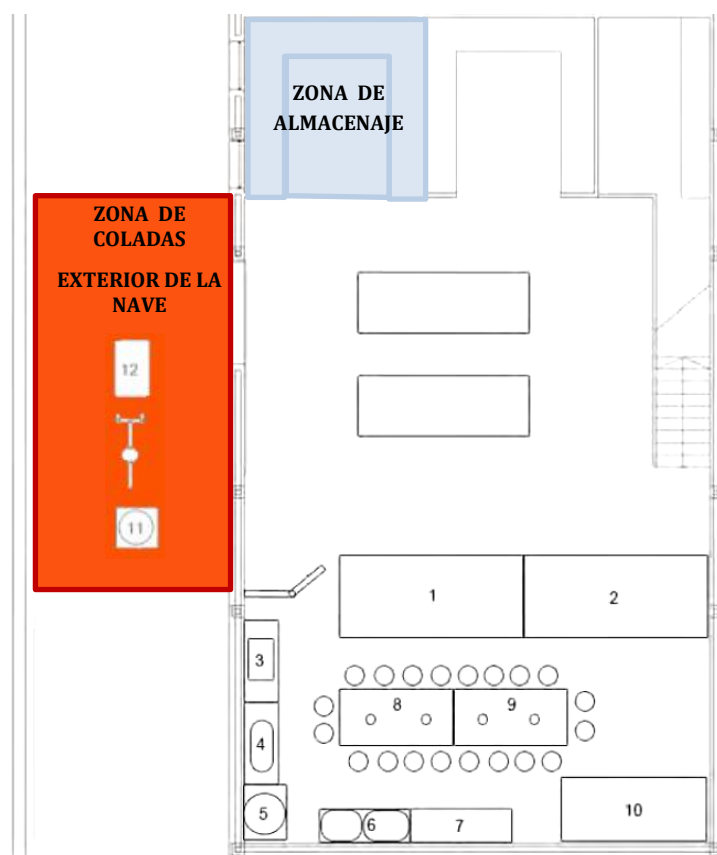
El taller en su primera etapa:

La asignatura que acogió el proceso de fundición se impartía en el edificio Montagut. Este edificio se divide a su vez en dos grandes zonas, una dedicada a aeropintura, y la otra dedicada a modelado y cerámica. En esta última zona es donde se situó el Taller de Fundición. Dada la situación del espacio y teniendo en cuenta la necesidad de instalar botellas de gas conectadas a las mesas de trabajo de ceras, y la proximidad de éstas a los hornos cerámicos ubicados en dicho taller, hubo que realizar una separación para delimitar la zona de trabajos de ceras y moldes refractarios. Para ello se situarían dos grandes estanterías que actuaban a modo de separador de espacios, con un tramo libre en el que se instaló una puerta provisional, para mantener la zona de ceras y hornos cerámicos resguardada y delimitar así el acceso al horario de clase y bajo la responsabilidad del profesor.

En la zona delimitada se instalaron dos mesas de trabajo dotadas con dos mecheros bunsen cada una, un banco auxiliar con hornillos de gas y eléctricos para el trabajo de ceras, una amasadora industrial para el preparado de la papilla, un banco de trabajo con cubeta para baños, un banco de trabajo con los granulados de moloquita, y una estantería con ventiladores para el secado de las cascarillas.

¹⁷⁶ Ibídem, p.476.

En dicho taller de cerámica existen dos zonas de almacenaje, y se utilizó una de ellas parase guardar todo lo relacionado con el descere y la colada: campana de descere, horno de fusión, crisol, maneral, pinzas, lecho de colada... Toda la infraestructura necesaria para la realización de las coladas se instalaba en el exterior cada vez que era necesario, con el fin de realizar los trabajos. Esto suponía una dedicación de tiempo importante en el montaje de la infraestructura necesaria, además de las cuestiones que tienen que ver con la climatología, ya que obviamente si amenazaba lluvia se suspendían los trabajos. Esta distribución estuvo en funcionamiento durante los tres primeros años en los que se realizó fundición en Altea. Las cada vez más numerosas actividades en torno a fundición así como la adecuación de los trabajos a lo requerido por el servicio de prevención de riesgos laborales, demandaban de una manera clara un espacio independiente en el que se pudiera albergar la infraestructura de una manera fija. Con el paso del tiempo llegó el momento de esa ampliación fruto de las gestiones realizadas desde la dirección del centro apoyando el taller de fundición. (...)¹⁷⁷



101. Vista en planta del aula-taller de fundición artística en el edificio Montagut.

¹⁷⁷ VILA MOSCARDÓ, David. La revolución de la cascarilla cerámica. Estudio de dos casos de aplicación en la fundición artística valenciana actual: la Facultad de Bellas Artes de Altea, la empresa del artista Jaume Espí. María José Zanón Cuenca (Dir.). Universidad Miguel Hernández de Elche. Departamento de Arte. Alicante, España. [Tesis Doctoral]. 2015, pp. 351-352.

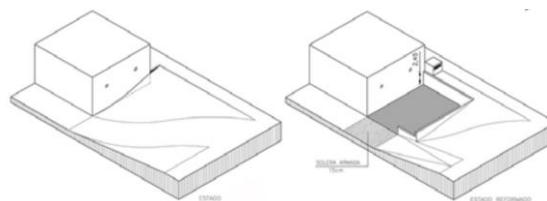
- 1 – 2: Estanterías de separación de espacios y almacenaje.
- 3: Banco de trabajo con hornillo a gas para trabajo de ceras.
- 4: Banco de trabajo con cubeta para baños con papilla de moloquita.
- 5: Amasadora industrial para el preparado de la papilla.
- 6: Banco de trabajo con cubetas con la moloquita en granulado.
- 7: Estantería de secado de moloquita con ventiladores.
- 8 – 9: Mesas de trabajo de ceras con mecheros bunsen incorporados.
- 10: Zona de hornos cerámicos.
- 11: Horno de fusión situado en la zona de colada exterior.
- 12: Lecho de colada situado en la zona de colada exterior.

El taller en su Segunda Etapa:

En el año 2012 se realiza la obra de construcción de un taller anexo al edificio Montagut para albergar el proceso. La ampliación del taller ha dotado a la Facultad de Bellas Artes de Altea con un excelente espacio para la realización de todo lo relacionado con la fundición, pudiendo separar las zonas de trabajo según el proceso, diferenciando tres espacios:

- *El Taller de Ceras.*
- *El Taller de Baños para la realización de los moldes refractarios.*
- *El Taller de Fundición.*

*Tanto el taller de ceras como el de los moldes refractarios quedan situados en las dependencias del edificio Montagut, y el taller de fundición se sitúa a continuación de éste, abriendo una puerta de conexión entre el espacio de fundición y el de ceras. El espacio de baños se separó para aislarlo y no estar en contacto permanente con los productos que allí se utilizan.*¹⁷⁸



102. 103. Izquierda: Vista aérea de parte del campus universitario donde se encuentra la facultad de BB. AA. de Altea donde se ha resaltado en color (morado) la zona en la que se construiría la nueva aula-taller en 2012; Derecha: gráficas en las que se indica las obras a realizar en el solar reservado al aula-taller.

¹⁷⁸ *Ibídem*, pp. 354-355.

Dicho espacio está realizado con paredes de tramex para su óptima ventilación. Aunque estaba previsto que el dichas paredes fueran las definitivas, un año después, y tras comprobar que la gota fría que regularmente azota Altea afectaba al interior del taller, hubo que panelar parte de dicho tramex para evitar la entrada de aguas. Las paredes han quedado abiertas en su parte superior para el correcto ventilado del espacio, y cubiertas en tramos inferiores para evitar la entrada de agua de lluvia.

(...) El nuevo espacio permite tener la infraestructura necesaria para la realización de los procesos que se utilizan en la fundición con cascarilla cerámica, y los equipos listos y dispuestos para ser utilizados cuando sea necesario. (...). Y por supuesto, y lo más importante, es que fundición cuenta con un taller propio a cubierto, en el que las inclemencias meteorológicas no afectan al transcurso normal de las actividades. Hacemos hincapié en este aspecto ya que el taller móvil del que veníamos, con el montaje de las coladas en el exterior, obligó en ocasiones a suspender los trabajos por amenaza de lluvias. Esto suponía en ocasiones un desajuste en los tiempos programados que había que ir reajustando continuamente, ese problema actualmente ha desaparecido.

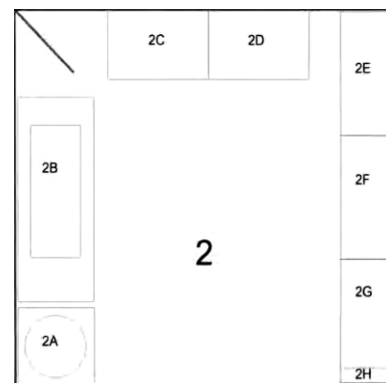
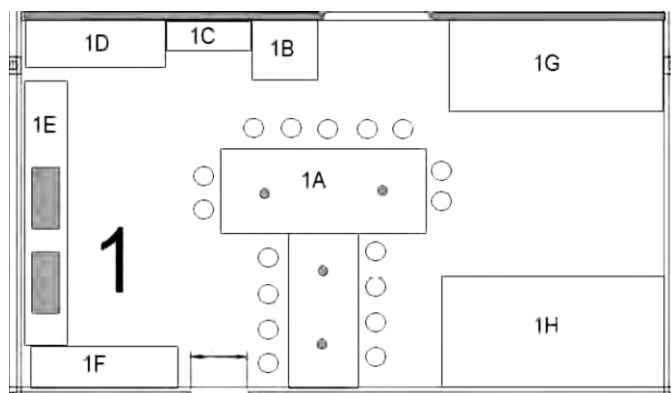
Actualmente el taller cuenta con una zona de descere, el foso central para el desarrollo de las coladas, una zona de mecanizado de piezas con una estantería con herramientas básicas de recorte, cincelado... Un compresor, una mesa con chorro de arena, una zona para pátinas, una pila para el abastecimiento de agua, taquillas y varias estanterías para el almacenaje de materiales, y un horno de microfusión móvil, que se sitúa sobre el suelo de tramex central cuando se utiliza. Cuenta también con extintores para su utilización en caso de emergencia, así como diversas medidas de seguridad. Además de estos elementos, en la ampliación de fundición se pensó en la instalación de un puente grúa para poder realizar las operaciones de movilidad del crisol de manera mecánica y reducir así los riesgos en las coladas. Por ello se instaló un polipasto con capacidad de carga de 500 kg que es utilizado para la movilidad del crisol durante las coladas. Para ello se adecuaron los amarres tanto de las pinzas como del maneral para su correcta utilización.

En definitiva un taller con todo lo necesario para poder realizar los trabajos pertinentes al proceso de fundición con cascarilla cerámica, que se va completando poco a poco con el paso del tiempo, adquiriendo unas condiciones idóneas para trabajar.¹⁷⁹



104. Vista panorámica de la estancia reservada a los baños de cascara cerámica y secado de moldes.

¹⁷⁹ Ibídem, pp. 362-364.



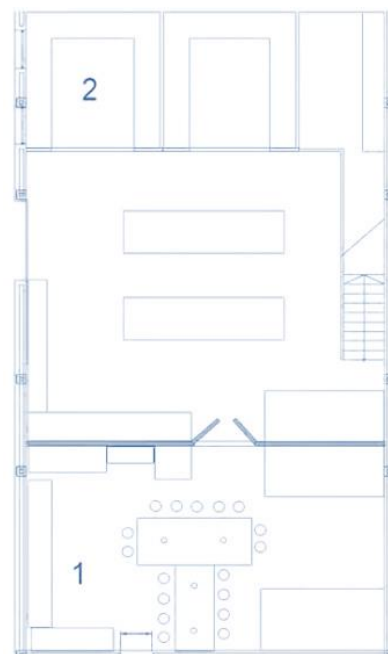
105. 106. 107. Vista en planta de dos de las estancias del aula-taller de fundición, el taller de ceras y el taller de baños y secado de cascarillas; A la derecha de estas líneas: planta completa de la nave en la que se especifica la localización de estos dos talleres.

- **1: TALLER DE CERAS**

- 1A: Mesas de trabajo de ceras con mecheros Bunsen incorporados.
- 1B: Mesa de trabajo polivalente.
- 1C: Estantería para almacenaje de cacerolas.
- 1D: Armario de docencia.
- 1E: Banco de trabajo con hornillos a gas.
- 1F: Pila.
- 1G: Estantería para almacenaje de moldes de bebederos, copas y ceras.
- 1H: Zona de hornos cerámicos.

- **2: TALLER DE BAÑOS Y SECADERO DE LAS CASCARILLAS**

- 2A: Amasadora industrial para remover la papilla.
- 2B: Mesa con cubeta para baños.
- 2C-D: Cubetas con granulados de moloquita.
- 2E-F-G: Estanterías de secado.
- 2H: Ventiladores.

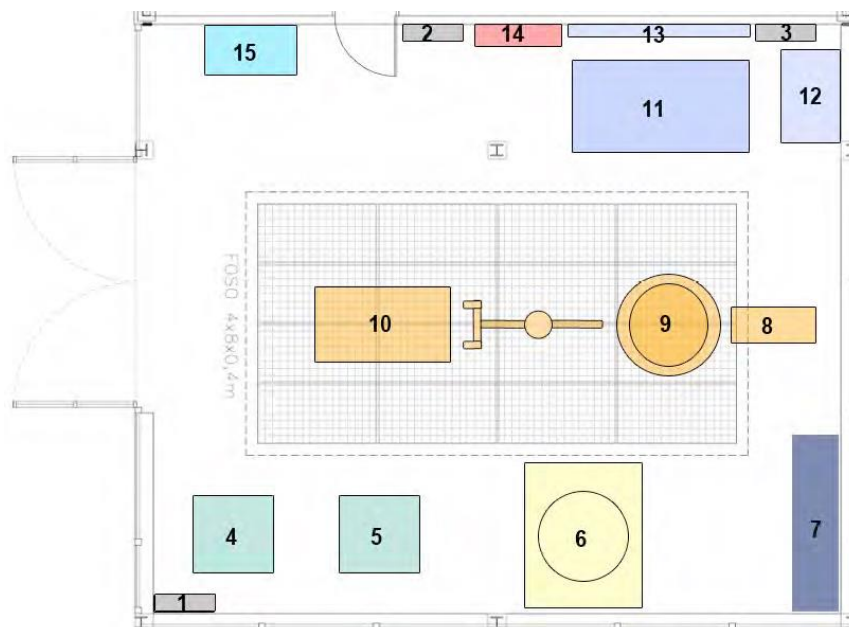




108. 109. Izquierda: Zona de ceras; Derecha: zona de fusión y colada. En la imagen puede apreciarse la superficie ocupada por el foso.

- **TALLER DE FUNDICIÓN**

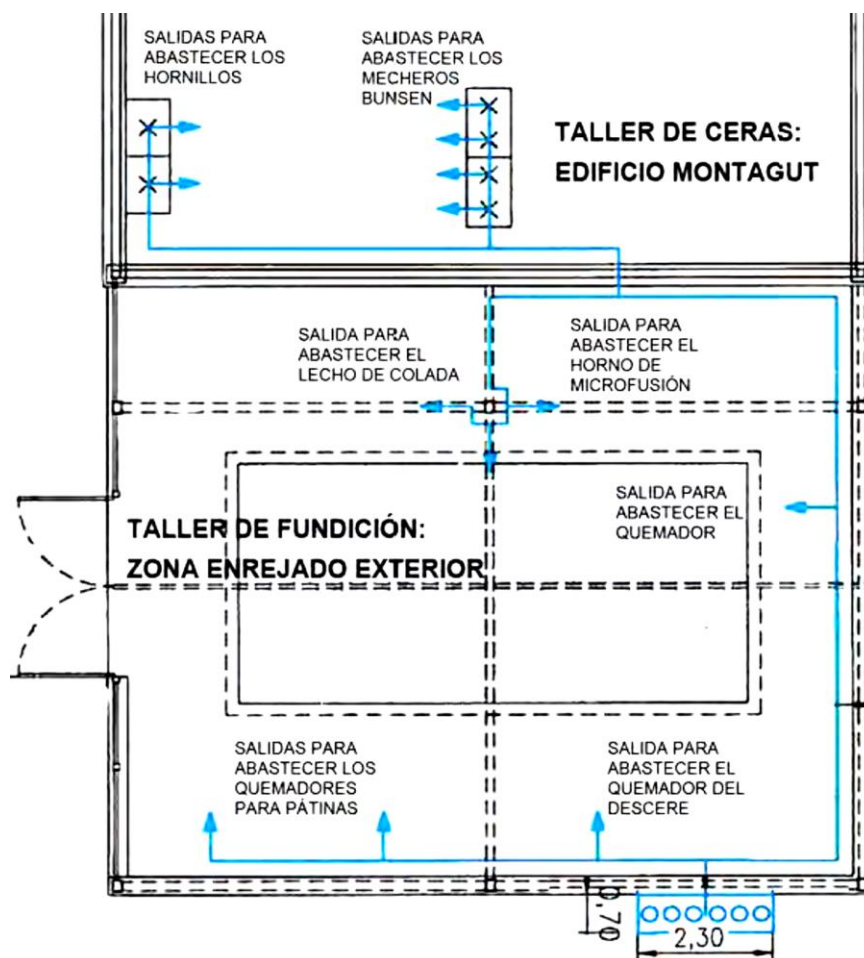
- 1 – 2 – 3: Cuadros eléctricos.
- 4 – 5: Mesas para pátinas.
- 6: Campana de descere.
- 7: Estantería almacenamiento.
- 8: Quemador para coladas.
- 9: Horno de fundición.
- 10: Lecho de colada.
- 11: Mesa de trabajo.
- 12: Mesa Chorro de arena.
- 13: Estantería herramientas.
- 14: Medios de extinción.
- 15: Pila.



110. Vista en planta de la zona del taller de fundición donde tiene lugar la fusión y colada del metal en los moldes refractarios.

El Prof. Dr. D. Daniel Vila también nos informa de la apuesta por el gas como fuente principal de energía, tanto para abastecer al aula de ceras como para los equipos de descerado, cocción y sinterizado de moldes refractarios, el horno de fusión, los quemadores para pátinas, etc...

Una de las grandes ventajas que el nuevo taller ha aportado a los espacios de fundición, ha sido el montaje de una instalación fija de gas, por lo que las botellas de propano han desaparecido del taller. De esta manera el combustible queda almacenado fuera de la nave en una caseta destinada a dicho fin, esto supone una gran mejora en cuestiones de seguridad e higiene.¹⁸⁰



111. Vista en planta del taller de fundición y taller de ceras, donde se puede ver el circuito de gas propano instalado para suministrar de forma general todos los equipos empleados en la asignatura.

¹⁸⁰ Ibídem, pp. 362-363.

2.5. Esto no es una la historia de la fundición.

Producto de la historia, el habitus produce prácticas individuales y colectivas, produce, así, historia conforme a los principios (schemes) engendrados por la historia; asegura la presencia activa de las experiencias pasadas que, depositadas en cada organismo bajo la forma de principios de percepción, pensamiento y acción, tienden, con más seguridad que todas las reglas formales y normas explícitas, a garantizar la conformidad de las prácticas y su constancia a través del tiempo. Pasado que sobrevive en la actualidad y que tiende a perpetuarse en el porvenir actualizándose en las prácticas estructuradas según sus principios, (...) el sistema de las disposiciones está en el principio de la continuidad y la regularidad¹⁸¹

A menudo, cuando nos enfrentamos a un trabajo de la envergadura de una tesis doctoral la primera pregunta que se nos viene a la mente es si debemos conocer los orígenes de nuestra investigación. Incluso llegamos a considerarlo un paso ineludible... Y allá que nos enfrascamos en la historia. Entonces, nos sentimos atraídos por cuantos documentos arqueológicos describen los comienzos de nuestro tema, y deseamos que al final ocupe su espacio en el proyecto. Pero transcurrido un tiempo surgen dudas y volvemos a preguntarnos por el auténtico sentido de ese capítulo historiográfico. A veces, llegamos a la primera conclusión del proyecto, que no es otra que reconocer que mirar atrás sin más objetivo que ver lo que hubo está fuera de lugar. Y dejamos de lado la historia.

Otras veces, sin embargo, se construye algo diferente. Este doctorando reconoce, haber pasado por esa etapa y, por muy atractivos que resultasen los comienzos u orígenes de la fundición artística, es cierto que están al margen del propósito principal de nuestra tesis. Por ello, advertimos desde el mismo título del presente apartado que éste no será un paseo por la historia de la fundición. Nos interesa principalmente saber más del lugar de trabajo donde tiempo atrás decidieron fundir sus obras los escultores, y conocer las medidas que tomaron para armonizar convenientemente Espacio y Técnica.

No podemos negar que el *aquí y ahora* del taller se encuentra vinculado al pasado, a su historia, tal vez ya no de un modo constructivo, pero sí existe una necesidad básica de espacio que se mantiene en el tiempo.

Observamos que las investigaciones sobre este asunto, llevadas a cabo por historiadores, parten de enfoques que difieren considerablemente con el nuestro. La situación social o

¹⁸¹ SALA LLOPART, Blanca. SALA LLOPART, Blanca. Antropología y arquitectura. La apropiación del espacio del hábitat., p. 3. Cita a: BORDIEU, Pierre. *El sentido práctico*. p. 95.

política del artista u artesano; las características técnicas, simbólicas o las propiedades ideológicas de la escultura; o la evolución tecnológica sufrida por la metalurgia, son líneas de trabajo valiosas pero a las que debemos dar otro sentido. Por todo ello, consideramos oportuno plantear brevemente una primera hipótesis:

Desde el momento en que somos conscientes de los escasos cambios que ha experimentado la fundición artística en sus fundamentos tecnológicos, hemos de reconocer que el espacio físico en el que se lleva a cabo tal actividad mantiene unos principios constructivos, estructurales, situacionales,... relacionados con el espacio de trabajo que permanecen estables incluso hoy día.

Con el propósito de no excedernos más de lo preciso para cumplir nuestros objetivos, los planteamientos históricos han sido acotados, o mejor dicho seleccionados, considerando oportuno centrar -en lo posible- los ejemplos en la Península Ibérica. No se trata de un análisis pormenorizado de todo el territorio español siglo a siglo, sino de rescatar de algunos documentos aquellos modelos puntuales que favorezcan la comprensión del tema motivo de tesis.

2.5.1. *Singularidades constructivas en la Iberia prerromana.*

El sureste peninsular fue una de las primeras regiones intervenidas arqueológicamente que proporcionaron un valioso registro empírico a través de los trabajos llevados a cabo por los hermanos Siret. Asentamientos como el de El Oficio, Fuente Álamo, Gatas, Ifre, Zapata o el El Argar proporcionaron tal cantidad de material en torno a la fundición, y en tan buen estado, que tuvo una fácil difusión en los medios especializados¹⁸². Todo este material arqueológico y documental configura la imagen de la que es a menudo considerada la cultura más representativa de la Edad del Bronce en nuestra península.

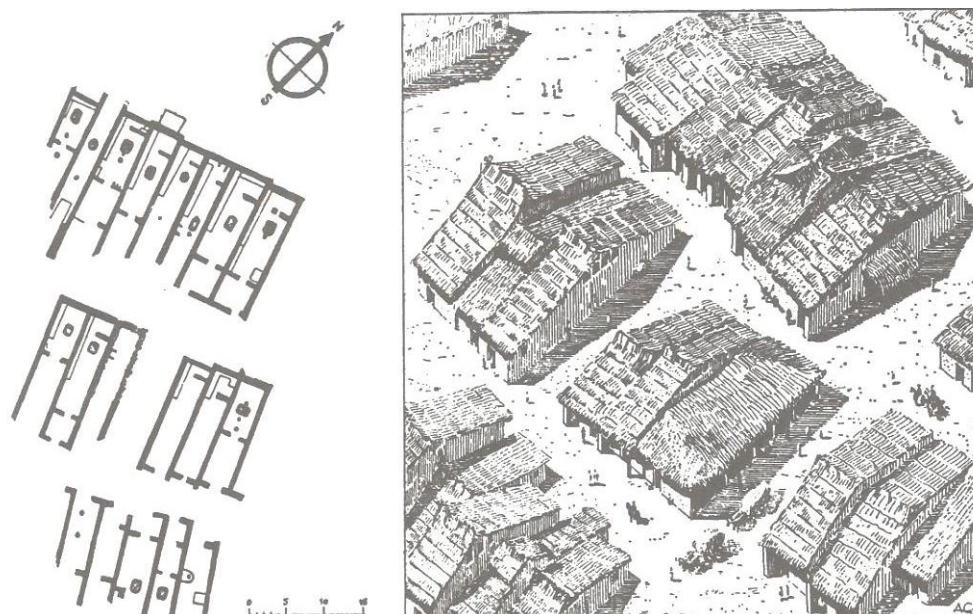
La llamada cultura de El Argar surge aproximadamente entre los años 1900 y 1250 a. C., y llegó a cristalizar en una importante red de asentamientos estables y prósperos, bien adaptados al medio y con núcleos estratégicos que controlaban las grandes vías comerciales. Montero describe en estos términos el yacimiento epónimo de El Argar, Almería:

(...) auténticas calles, angostas y empedradas, sabiamente dispuestas para la evacuación de aguas. Los exiguos restos de muros, compuestos de piedras bien encuadradas. Sus casas -generalmente

¹⁸² CONTRERAS CORTÉS, Francisco y CÁMARA SERRANO, Juan Antonio. Arqueología interna de los asentamientos: el caso de Peñalosa. En: Marisa RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (coord.), et al. *La Edad del Bronce, ¿Primera Edad de Oro de España?: Sociedad, Economía e Ideología*. Barcelona: CRÍTICA S.L., 2001, p. 217-255.

*rectangulares-, en ocasiones compartimentadas, con fuerte cimienta pétreo, muros revocados y techumbre de cañizo o esparto mezclado con barro (...)*¹⁸³.

En la cita podemos leer la descripción de un complejo constructivo sencillo, propio de la estructura *preurbana* de ese periodo; edificaciones muy alejadas de la estética palaciega del poder y más próximas a las posibilidades de un artesano arcaico. Es importante -como defenderemos avanzado el proyecto- la relación del taller con su entorno, su posicionamiento ante los recursos o sus medios para abastecerse. En otros poblados argáricos, como El Oficio o Cortes de Navarra, se aprecia la existencia de viviendas de dos pisos, con estancias dispuestas a diferente altura. La forma rectangular de las casas empieza a verse con más frecuencia y la compartimentación de espacios demuestra una división de funciones dentro de un mismo hogar.¹⁸⁴



112: Planta de un grupo de viviendas de Cortes en Navarra según el arqueólogo Juan Maluquer de Motes y junto a ésta la reconstrucción de un grupo de viviendas de Antonio García y Bellido basada en esa planta.

En Jaén encontramos el yacimiento de Peñalosa, conservado en muy buenas condiciones y sometido actualmente a magníficos trabajos de rehabilitación. Este asentamiento nos brinda la posibilidad conocer bien sus recursos materiales, el aspecto de sus viviendas y ciertos espacios-taller reservados a actividades metalúrgicas. Es obvio que la estrecha relación del lugar con la fundición ha sido un motivo claro para destacarlo dentro del

¹⁸³ MONTERO VALLEJO, Manuel. *Historia del Urbanismo en España I: del Eneolítico a la Baja Edad Media*. Madrid: Cátedra S.A., 1996, p. 34.

¹⁸⁴ *Ibidem*.

proyecto, pero para nosotros los datos arqueológicos estudiados van más allá de la presencia de una industria metalúrgica boyante.



113. 114. Dos vistas aéreas del yacimiento de Peñalosa, Jaén.

Peñalosa se asienta sobre un espolón de pizarra con dos grandes laderas y fuertes pendientes a orillas del Río Rumblar, en las primeras estribaciones orientales de Sierra Morena. En las laderas del cerro y aprovechando una serie de plataformas más o menos anchas se adecuaron las diferentes viviendas. Para corregir las irregularidades del terreno se usó una *tierra de nivelación abundante en fragmentos de pizarra,... se construyeron determinados tramos de pavimento a base de lajas... o barro*, lo que beneficiaba la práctica de trabajos en fundición en esos lugares¹⁸⁵. Se trata de un ejemplo claro de la preparación del terreno de trabajo, para lo cual se han servido de materiales con una resistencia térmica apropiada para la actividad.

La pizarra, una de las materias primas más abundantes en el cerro, es el material constructivo estrella del yacimiento. Las viviendas se alzaron con muros de mampostería de pizarra y aparejo irregular, con dos claras hileras que corresponden a la cara interior y exterior del muro y una zona central con relleno mucho más irregular. Con diferentes cubiertas rectas o inclinadas para desaguar en épocas de lluvia, en los techos también se empleaba la pizarra en grandes lajas unidas con barro rojizo¹⁸⁶. Una característica reveladora de estas construcciones es que los muros de las viviendas no se cegaban por completo, en varios casos se reservaban espacios con techos abiertos en la entrada o en el interior de las viviendas, algo que sabemos es muy necesario cuando se realizan trabajos metalúrgicos. Como explica el Dr. D. Francisco Contreras, los procesos de fundición eran llevados a cabo en el propio poblado y las vías de tránsito facilitan la comunicación entre viviendas, lo que da fluidez a las relaciones laborales y sociales del asentamiento:

¹⁸⁵ GILI SURINACH, Sylvia, et al. La Sociedad Argárica. En: Marisa RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (coord.), et al. *La Edad del Bronce, ¿Primera Edad de Oro de España?: Sociedad, Economía e Ideología*. Barcelona: CRÍTICA S.L., 2001, p.230.

¹⁸⁶ *Ibíd.*

Los espacios de circulación (pasillos, puertas, calles, etc.) ponen en comunicación los distintos compartimentos y viviendas, así como unas terrazas con otras. En algunos de estos pasillos, situados en el interior de las viviendas, se utiliza una parte del espacio para colocar una estructura de molienda o alguna vasija de almacenamiento, e incluso se documentan actividades metalúrgicas favorecidas por el carácter descubierto de estas estructuras.¹⁸⁷

Los espacios dedicados a la metalurgia solían estar al menos parcialmente descubiertos, sobre todo en el caso de la reducción, y parte de este proceso pudo también darse en el exterior del poblado,...¹⁸⁸

Entre los bienes inmuebles presentes dentro del espacio habitable podría resaltarse la presencia de bancos de la misma pizarra, adosados a los muros internos o externos de las viviendas y recubiertos de arcilla. Son estructuras integradas perfectamente con la vivienda, o en sus aledaños, como muebles empotrados de un modo simbiótico en el propio muro¹⁸⁹. Y no podemos dejar pasar la referencia a los hogares, como un elemento *esencial* en cualquier unidad de habitación¹⁹⁰.



115. Reconstrucción digital de una posible vivienda prerromana del sureste de la Península Ibérica.

¹⁸⁷ *Ibíd.*, p. 233.

¹⁸⁸ *Ibíd.*, p. 231.

¹⁸⁹ *Ibíd.*

¹⁹⁰ ALARCÓN GARCÍA, Eva; et al. Las actividades de mantenimiento en los contextos fortificados de Peñalosa. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada CPAG*. Granada, 2008, nº 18, p.272.

Estas hogueras, presentes en zonas abiertas o de interior -centradas en la estancia o adosadas al muro-, mantienen una forma circular delimitada con cantos de río o pizarra¹⁹¹, por lo que hacen pensar en su uso tanto para fines domésticos como el cocinar, como para actividades metalúrgicas. Una de las viviendas de este poblado, el llamado grupo estructural VI, es un estupendo ejemplo de cómo los espacios se adaptaban a las necesidades de sus habitantes: a sus creencias, dando cobijo en el interior de los hogares a los familiares muertos; permitiendo la circulación y el paso de un espacio a otro; con rincones para el almacenamiento de productos diversos; con habitaciones para el descanso; y también espacios para poder fundir. Se trata de casas-taller en toda regla.

2.5.1.1. *La fundición en Peñalosa.*

La excelente ubicación geográfica de Peñalosa, asociada al foco minero de Sierra Morena es importantísima, pues facilita al poblado el abastecerse de la materia prima necesaria para llevar a cabo su actividad metalúrgica. La transformación del mineral pasaba por las siguientes fases¹⁹²:

- Por sedimentación o flotación se separaba la mena de la ganga.
- El mineral pasa a un proceso de tostado y reducción para obtener el cobre metálico.
- El cobre se desprendía de las impurezas resultantes del mineral mediante el triturado manual.
- Los fragmentos de metal obtenidos serían fundidos y refinados en crisoles cerámicos.
- Los excedentes metálicos se refundían en lingotes.

Y muchas de estas acciones metalúrgicas eran realizadas *en espacios abiertos dentro de las casas del poblado*¹⁹³, donde *la limpieza de los pisos de ocupación sugiere que la basura se arrojaría generalmente fuera del poblado, donde también se desarrollaban las actividades metalúrgicas más contaminantes*¹⁹⁴.

Desde el Calcolítico hasta la Edad de Hierro, el uso de cerámicas para reducción o fusión de metales se encuentra ampliamente extendido por toda la Península Ibérica, sin necesidad de recurrir a estructuras más complejas como antes se pensaba¹⁹⁵. En muchos

¹⁹¹ GILI SURIÑACH, Sylvia, et al. La Sociedad Argárica. Op cit.

¹⁹² ROVIRA LLORÉNS, Salvador. Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la prehistoria de la Península Ibérica. *NORBA. Revista de Historia*. 004, núm.17.

¹⁹³ GILI SURIÑACH, Sylvia, et al. La Sociedad Argárica, p. 244-49.

¹⁹⁴ *Ibíd*em, p. 249.

¹⁹⁵ Shale et al. (2003) realizaron un experimento de fundición en una vasija usando cuprita muy pura recogida en un yacimiento calcolítico de Israel, al que tuve ocasión de asistir. El crisol con la cuprita machacada, de 4 o 5 cm de profundidad y unos 15 cm de diámetro, se situó sobre brasas de carbón y fue cubierto totalmente con más carbón que, al poco, ardía vivamente ayudado de los chorros de aire de dos toberas accionadas por fuelles de cuero. Las toberas estaban situadas de manera que la

asentamientos del Bronce Medio, quizá la producción metalúrgica no jugó un papel tan importante como en Peñalosa; la Dra. D^a M^a C. Blasco lo define incluso como actividades de carácter *doméstico*, sólo para abastecer las necesidades locales y con unos artesanos especializados¹⁹⁶. Independientemente de que estos especialistas fuesen fundidores a tiempo completo o eventuales las condiciones dentro el espacio de trabajo, así como el utillaje, no tuvieron que ser muy diferentes a las de un poblado como Peñalosa.

Durante el llamado Bronce Final II (850-750 a. C.) el sureste peninsular sufre ciertos cambios urbanísticos con respecto al Bronce Pleno. Por lo general, los poblados del sureste abandonan la solidez de las viviendas adosadas y rectilíneas, proliferando las cabañas aisladas unas de otras y construidas con materiales poco consistentes como adobe, ramajes, barro, etc., sobre algún que otro zócalo de piedra. El noroeste, sin embargo, parece conservar materiales y planteamientos más sólidos y tradicionales; en un principio realizan sus casas en madera y poco a poco parecen decantarse por la mampostería en piedra. La organización de estas viviendas dentro de los llamados *castros* era variada, aisladas unas de otras y predominando las formas curvilíneas en su estructura básica -circulares u ovaladas normalmente-. Es de mención la presencia de los vestíbulos, *a veces prolongado hasta envolver total o parcialmente la vivienda*¹⁹⁷.

A pesar de los cambios mencionados sufridos por el sur peninsular durante el bronce final en materia constructiva, encontramos casos interesantes como el taller de Peña Negra (Siglos 900-700 a. C.). Sus restos hablan -entre otras cosas- de la potencia productiva que pudieron tener espacios similares y de la buena salud de una actividad como la metalúrgica. Pero ante todo nos interesa el espacio de taller y, en esta línea, descripciones como las del Dr. D. Alfredo González Prats suponen un valioso testimonio de las características constructivas del lugar, en principio a nivel profesional, pues como aclara la Dra. D^a Soledad del Pino, no se han encontrado objetos domésticos que indiquen que se usase como vivienda habitacional¹⁹⁸:

El conjunto metalúrgico viene definido, en primer lugar, por la vivienda en donde se desarrolló tal actividad. Con los tramos de la misma recuperados se ha podido reconstruir su forma que arroja una planta ovalada con muros rectilíneos o, si se quiere, una planta rectangular con ángulos

corriente de aire incidiera alternativamente, de modo rasante, sobre la boca del crisol, constantemente cubierta por una capa de ocho o diez cm de carbón ardiente. Al cabo de unas tres horas de operación el crisol contenía un caldo de cobre fundido que fue vertido en un molde monovalvo para obtener un hacha plana de unos 200 g de peso. Prácticamente no se produjo escoria en el proceso: apenas unas pequeñas costras adheridas a la pared del crisol.” En: ROVIRA, Salvador. Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria de la Península, p. 13.

¹⁹⁶ BLASCO, M^a Concepción. *El Bronce Final*. Plácido Suárez, Domingo (Dir.); Fernández-Miranda, Manuel (coord.). Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1993.

¹⁹⁷ MONTERO VALLEJO, Manuel. *Historia del Urbanismo en España I: del Eneolítico a la Baja Edad Media*. Madrid: Cátedra S.A., 1996, p.49.

¹⁹⁸ DEL PINO DE LEÓN, Soledad. *Procesos Metalúrgicos en la Edad del Bronce: La Espada de Peña Negra*. [Tesis doctoral no editada]. Universidad de La Laguna, 2011, p. 209.

curvos. Éstos se componen de un zócalo a base de doble hilera de piedras hincadas, dispuestas verticalmente, dejando una cubeta central que se rellena con tierra y pequeñas piedras.

Posteriormente, la estructura se enlucía con una gruesa capa de arcilla roja que enmascaraba semejante zócalo, confiriendo al conjunto un aspecto de paredes de arcilla en todo su alzado. El grosor del muro es de 1 m. y las dimensiones de la vivienda serían de 8 X 4,5 m. Su tipología es característica del Sudeste (Contreras, 1982) (...)

En el interior de esta vivienda se instaló el horno de fundición construido con un anillo de arcilla roja apelmazada de 0,60 m. de diámetro que dejaba un hueco central de 20 cm para la introducción del combustible y posteriormente del crisol.

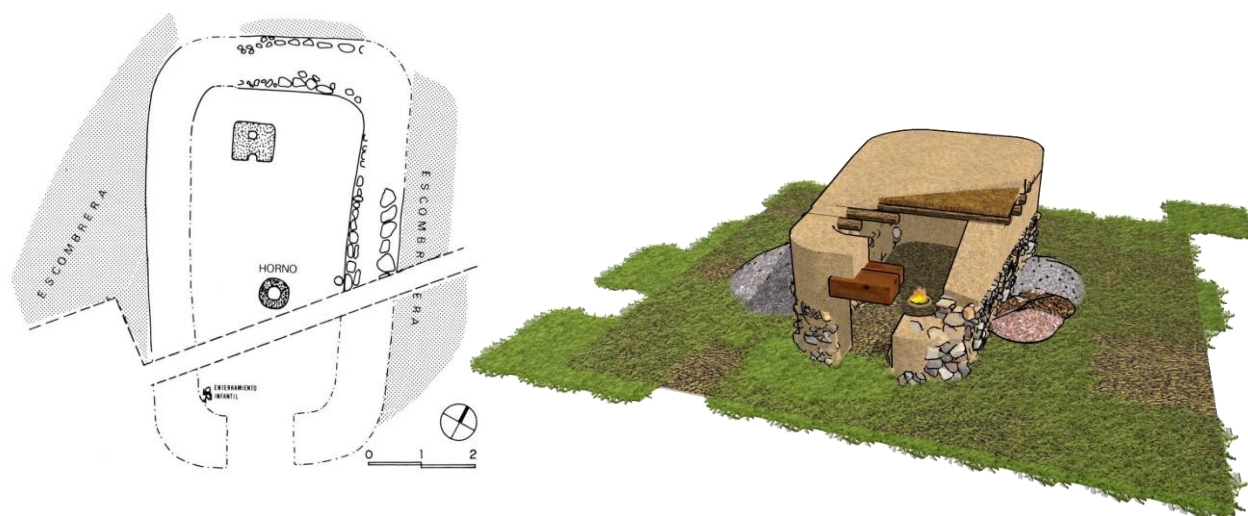
El suelo de la casa había sido objeto de numerosos remozados originando un espeso pavimento compuesto por más de una treintena de finas lechadas de caolín, pudiendo servir de indicador cronológico si pensamos que -como sucede en el ámbito rural actual- anualmente se procedería a un encalado de la vivienda. En el área inmediata al horno de fundición, el pavimento mostraba evidentes huellas de la acción térmica allí desarrollada.

El interior de este recinto no ha proporcionado resto alguno de escorias, ni de moldes, lo que unido al constante remozado del pavimento apunta hacia una preocupación expresa por mantener el habitáculo limpio. Todos los restos de su actividad, por el contrario, se han hallado en el espacio exterior inmediato a la casa, formándose así una escombrera. Aquí se realizaría el vertido del caldo metálico en los moldes hincados en el suelo. El contenido en óxidos y carbonatos de cobre es tan elevado en el estrato correspondiente que buena parte de los restos faunísticos han adquirido una intensa coloración verdosa.

Este depósito exterior se componía de numerosas capas de cenizas y carbón alternando con otras de arcilla y todas proporcionaron los restos metalúrgicos: abundantes escorias, mazas para triturar mineral y más de cuatrocientos fragmentos de moldes, todos ellos rotos.¹⁹⁹

Destacamos la preocupación de los operarios por mantener el interior del taller limpio de residuos y la acumulación de éstos en los laterales de la construcción. Hoy tal vez los talleres de fundición profesionales empleen depósitos trasportables para posteriormente procesar tales residuos, pero el objetivo es el mismo, procurar apartar y eliminar todos los materiales sobrantes producidos durante la actividad de la zona de trabajo. Podría decirse que la imagen de los contenedores de escombros junto al taller no dista mucho del aspecto que pudieron tener las escombreras de Peña Negra. Se trata de un edificio independiente, exento de cualquier otra construcción doméstica, con el suelo bien preparado para soportar derrames y posibles pérdidas de metal fundido.

¹⁹⁹ GONZÁLEZ PRATS, Alfredo. Una Vivienda Metalúrgica en la Peña Negra (Crevillente-Alicante). Aportación al Conocimiento del Bronce Atlántico en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*. Instituto de Historia (CSIC). 1992, Vol. 49, p. 246.



116. Planta y reconstrucción digital en 3D del taller del fundidor de Peña Negra.

Aún hoy vemos cómo algunos talleres, en la zona donde se lleva a cabo la colada, cubren parte del pavimento con áridos limpios y secos, como recurso preventivo por si parte del metal fundido cae al suelo. Recordemos, por ejemplo, el aula taller de la Facultad de Barcelona, donde usan la arena de mármol para minimizar riesgos en ese sentido y que el metal fundido al derramarse no se extienda sino que se contenga y solidifique cuanto antes. Un sistema practicado ya desde el Bronce Final, como demuestran los restos de Peña Negra. La superficie construida es bastante modesta a pesar de su producción, la cual se nos acredita como una auténtica fábrica cuyo producto principal son las armas:

(...) la conclusión que he llegado es que eran verdaderos artistas del fuego industrialmente. Cuando piensas en el hombre primitivo, piensas en que a lo mejor hizo una espada. Pero no, eran fábricas de hacer espadas, fábricas de material bélico. Y entonces el concepto que nosotros tenemos, sobre todo de tiempo, ha variado. Ya nosotros no tenemos tanto tiempo, ellos tenían todo el tiempo del mundo. Tenían una estructuración de industria. Por ejemplo, los moldes éstos que hacían, no se hacían y se fundían en el momento, sino eran moldes -con la experiencia que yo tengo-, que seguramente irían acumulando en zonas, en fábricas, y entonces se fundía a lo mejor al cabo de un mes o más. Igual que nosotros hacemos ahora en las industrias. Entonces, la armamentística era una industria, y nosotros tenemos la conciencia de hombre primitivo como un hombre individual y que hacía una sola cosa, o por lo menos ése era el concepto que yo tenía. A la hora de hacer el fuego no te creas tú que era un hombre haciendo fuego, era un pelotón, un batallón de trabajadores. Eran industria.²⁰⁰

Los moldes de base cerámica eran cocidos -casi con total seguridad- en el exterior del taller. La falta de indicios arqueológicos en el interior concerniente a esa parte del proceso hace pensar que los hornos eran contruidos al aire libre²⁰¹, lo que demostraría cierta preocupación por llevar a cabo las actividades más molestas en espacios abiertos, o de no

²⁰⁰ Entrevista a la profesora Dra. D^a Soledad Del Pino De León. Priego de Córdoba 2011.

²⁰¹ Ibídem.

cargar el interior de tanta actividad. Por otra parte, también una colada al exterior facilitaría que los moldes fuesen enterrados convenientemente antes de recibir el metal fundido.²⁰²

2.5.1.2. *En relación al oficio que nos ocupa.*

Sabemos que, en los yacimientos expuestos, casi la totalidad de los registros materiales relacionados con la fundición están lejos de ser considerados una obra escultórica y que los artesanos especializados que llevaron a cabo tales trabajos no eran propiamente escultores. Pero comprendemos la importancia que llegó a alcanzar el metal como signo de prestigio en muchas sociedades protohistóricas de nuestra península. Ejemplo de ello es el hecho de que en el periodo orientalizante llegaron a producirse una gran cantidad de lingotes de estaño, cobre e incluso plomo con un grado de estandarización en peso y forma asombroso -y entre regiones distantes-, que en manos de fenicios, griegos e indígenas peninsulares llegaron a tener valores muy concretos, cual si fuesen unidades monetarias²⁰³.

Pero, ¿qué es de la escultura en metal en épocas tan señaladas para ese material? Indudablemente los contactos con el mediterráneo dan muestras de su presencia a través de piezas como el Centauro de Rollos (Carabaca, Murcia) o el Sátiro Itifálico del Llano de la Consolación (Albacete). Pero no se trata de conocer los productos artísticos provenientes del comercio exterior sino de la producción escultórica en nuestro territorio.

Para aproximarnos significativamente al taller de un artesano vinculado a la fundición artística sirve de poco centrarnos en asentamientos preocupados en comer para sobrevivir. Tampoco buscar entre el patrimonio material de una élite que desea mantener su estatus político teniendo bien armado su brazo militar. Hemos de mirar a otro lado, y los lugares de culto, donde la creación plástica siempre ha encontrado su rincón, son un emplazamiento fértil a este respecto. La escultura votiva protohistórica es un ejemplo de simbiosis técnica y estética, y un campo de estudio claro para conocer cómo eran los espacios de trabajo en los que se concebía este tipo de piezas. Una Clasificación sencilla de los espacios religiosos o de culto lleva a diferenciar entre santuarios rurales, templos urbanos, capillas domésticas, cuevas,...²⁰⁴

²⁰² Si se quiere ahondar en los procesos técnicos llevados a cabo en el taller de Peña Negra, es de obligada consulta el proyecto de Tesis Doctoral defendido por la Dra. D^a Soledad del Pino: *Procesos metalúrgicos en la Edad del Bronce: la Espada de Peña Negra*.

²⁰³ GONZÁLEZ PRATS, Alfredo. Una Vivienda Metalúrgica en la Peña Negra (Crevillente-Alicante). Aportación al Conocimiento del Bronce Atlántico en la Península Ibérica. Op. cit.

²⁰⁴ BENÍTEZ DE LUGO, Luis. La arqueología del culto ibérica en la Oretania septentrional. En: *ARSE: Boletín anual del Centro Arqueológico Saguntino*. 2004, Nº 38.

2.5.1.3. *El Santuario: Un espacio para la Fe y la Creación.*

Siguiendo el rastro dejado por el fuego de la fundición artística, nos acercamos a uno de esos lugares mágicos dedicados al culto: el Santuario Ibérico de la Luz. Se encuentra en Murcia, en el denominado Llano del Olivar de la Sierra de Carrasco. Una de las causas de la elección de su ubicación pudo ser la presencia de manantiales próximos al yacimiento, no es difícil pensar que los fieles considerasen sus aguas salutíferas y milagrosas. Además la Cañada Real existente nos hace pensar que fue una importante zona de paso y un punto estratégico para el comercio²⁰⁵.

Los restos arqueológicos delatan a nivel constructivo la presencia en aquellos siglos (IV-II a. C.) de posibles viviendas levantadas a base de cantos rodados y adobe, con pizarra y tierra roja-anaranjada para las cubiertas -aunque la tierra rojiza pudo ser también utilizada como parte del mortero de los adobes. Como es normal, se aprecian diferentes ocupaciones a lo largo del tiempo, algunas con fines religiosos, como testimonian algunos exvotos de bronce encontrados en el interior de una de esas estructuras.

Los restos de cerámicas-crisol aparecidas en algunas viviendas y otros sectores del yacimiento, la presencia de grandes cantidades de ceniza, *escoria de mineral, jarapas de plomo y bronce... piedras y adobes calcinados a altas temperaturas y escorias... sobre todo de bronce...* así como, *pequeños fragmentos de moldes de barro* hacen pensar que se trata de recintos artesanales dedicados a la fundición de esculturas votivas²⁰⁶.

Desplazándonos a Jaén encontramos otro ejemplo. El Prof. Dr. D. Luis Benítez de Lugo menciona la existencia de un *hogar ibérico de forja circular que presenta gotas metálicas de fundición*, apreciables a simple vista en el Cerro de las Cabezas. Entre restos de cenizas, cerámicas pintadas, fragmentos de molino, pesas de telar, y otros artefactos que han sido identificados como parte de la actividad litúrgica propia del lugar y de cierta acumulación de residuos, puede reconocerse la estructura de un horno metalúrgico, y por tanto hacernos pensar en el espacio de trabajo de un artesano fundidor²⁰⁷. Se argumenta que su oppidum pudo llegar a controlar buena parte de la producción minera oretana latente en Sierra Morena junto a Cástulo y al noreste de éste, en la misma entrada, encontramos el santuario urbano del Cerro de las Cabezas fechado en el siglo III a. C.²⁰⁸

La conexión de la metalurgia con actividades religiosas, además de ser bastante común entre nuestros vecinos del mediterráneo, está bastante bien documentada. En el santuario

²⁰⁵ LLILLO CARPIO, Pedro A. Los exvotos de bronce del Santuario de la Luz y su contexto arqueológico (1990-1992). *Anales de Prehistoria y Arqueología*. Universidad de Murcia. 1991-1992, vol. 7-8, pp. 107-142. [En línea] [consulta: 25 mayo 2017]. Disponible en web: < <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/3172> >.

²⁰⁶ *Ibidem*, p. 93-94.

²⁰⁷ *Ibidem*, p.40.

²⁰⁸ *Ibidem*, p.36.

de Cástulo se hallan lingotes votivos y escorias por todo el emplazamiento²⁰⁹, además de varios de los famosos exvotos de bronce²¹⁰.



117. 118. Izquierda: Entrada al Santuario oretano de Collado de los Jardines, Santa Elena, Jaén; Derecha: uno de los exvotos de bronce hallados en el Santuario de La Luz, localizado en Verdolay, y conservado en el museo arqueológico de Murcia.

Pero si existe un lugar en Cástulo a destacar por la elevada presencia de este tipo de piezas votivas es el Santuario Ibero de Collado de los Jardines. Los exvotos hallados, junto a los descubiertos en Los Altos del Sotillo (Castellar) forman un corpus escultórico de más de 10.000 ejemplares, sin lugar a dudas una de las colecciones materiales más importantes de la toréutica orientalizante de nuestra península. En las primeras investigaciones llevadas a cabo por D. Juan Cabré y D. Ignacio Calvo, llega a hablarse de un barrio de artesanos dedicado -casi en exclusiva- a la realización de estatuillas de bronce para satisfacer la demanda existente entre los fieles devotos del santuario.

Los últimos estudios sobre el terreno han puesto sobre el tapete nuevas hipótesis, y ese *barrio de artesanos* es hoy reconocido como parte de un horizonte arqueológico de *época emiral*. Las evidencias de un posible asentamiento ibero lo sitúan en la cumbre del Cerro del Castillo, descartando que sea un oppidum debido a su modesta envergadura²¹¹. Sin

²⁰⁹ Ibídem.

²¹⁰ RUEDA GALÁN, Carmen, et al. Collado de los Jardines. Nuevas propuestas para la caracterización de su proceso histórico. *Arqueología y territorio medieval*. 2003, nº 10, pp. 9-29.

²¹¹ GUTIÉRREZ SOLER, Luis M, et al. Las cuevas de Giribaile: nuevas aportaciones para el estudio del poblamiento eremítico en Andalucía Oriental. *Arqueología y territorio medieval*. 2005, nº 12, pp. 7-38.

embargo, las fuentes consultadas en absoluto rechazan la presencia de una estructura artesanal en torno al santuario en época ibera²¹².

*Desde el punto de vista material, parece suficientemente constatada la presencia de centros de producción asociados a los santuarios. La documentación de restos de escorias de bronce, de exvotos mal fundidos, de crisoles, de molinos rotatorios y otros útiles relacionados con la producción artesanal de estos materiales hace que cobre fuerza esta hipótesis, lo que no quiere decir que sea una actividad artesanal de producción exclusiva en los santuarios,...*²¹³

La última parte del texto citado es importante para nuestra investigación, pues niega que exista un solo foco de producción de bronce votivos en los centros artesanales del santuario. La Dra. D^a Carmen Rueda nos permite pensar en la posibilidad de encontrar artistas independientes, artesanos temporales o herreros, personas que por un momento dejan su labor básica para crear su propia ofrenda escultórica y llevarla al santuario. La Dra. D^a Lourdes Prados definió esta situación en uno de sus artículos como *industria casera*²¹⁴. Si fuese cierta la existencia de estos fundidores particulares, se explicaría a su vez la presencia de características formales y estéticas muy personales en ciertos ejemplares, lo que los desvincula a menudo tipológicamente de otros grupos en los que sí se aprecia conexiones con un centro productivo concreto.

Con el material expuesto podríamos acercarnos de un modo objetivo a una imagen, más o menos definida, de un taller prerromano en el que el proceso de fundición se encuentra bien integrado y en el cual surge un producto claramente escultórico como lo son las estatuillas votivas de bronce.

Son escasas las alusiones por nuestra parte a artesanos o herreros-fundidores ambulantes pues, aunque tengamos conocimiento de su existencia, la carencia por parte de este tipo de especialistas de un espacio físico y estable de trabajo -en definitiva de un taller- los desvincula razonablemente de nuestra investigación.

Citando a la Dra. D^a M^a C. Blasco y atendiendo a su emplazamiento, los lugares de hábitat presentes a finales de la Edad del Bronce donde podemos encontrar nuestro pequeño taller serían²¹⁵:

- a. *En cuevas y abrigos naturales, posiblemente cada vez menos frecuentados y, seguramente, también utilizados sólo en determinados periodos estacionales.*

²¹² RUEDA GALÁN, Carmen. Collado de los Jardines. Nuevas propuestas para la caracterización de su proceso histórico. Op. cit.

²¹³ RUEDA GALÁN, Carmen. Collado de los Jardines. Nuevas propuestas para la caracterización de su proceso histórico, p. 59.

²¹⁴ PRADOS TORREIRA, Lourdes. Exvotos ibéricos de bronce: aspectos tipológicos y tecnológicos. *Trabajos de Prehistoria*. Instituto de Historia (CSIC). 1988, Vol. 45, p. 195.

²¹⁵ BLASCO, M^a Concepción. *El Bronce Final*. Plácido Suárez, Domingo (Dir.); Fernández-Miranda, Manuel (Coord.). Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1993, p. 146.

- b. En laderas de cerros, utilizadas como protección natural, a las que se adosan las viviendas.*
- c. En lugares altos con perfecto dominio del entorno y buen control de las vías de comunicación, donde muchas veces coinciden con ocupaciones anteriores y/o con establecimientos posteriores, aunque, en general, la ocupación del Bronce Final no suele ser muy potente, por el contrario, parece corresponder a establecimientos ocasionales o, al menos, de un tiempo muy limitado.*
- d. Establecimientos en llano, ubicados en lugares abiertos, normalmente localizados en las llanuras fluviales, en zonas fértiles y de fácil roturación, bien irrigados y donde existen pastos verdes a lo largo de todo el año.*

Quizás las opciones *b* y *c* sean las más plausibles teniendo en cuenta la naturaleza del espacio que tratamos, pero no podemos descartar ninguna de ellas. Lo que sí es cierto es que un artesano-escultor que trabaje con regularidad los metales en su producción, se ha de encontrar en una zona estratégica bien definida: próximo a los filones cupríferos donde poder abastecerse de material; o bien junto a una vía de comercio de metales importante y que le permita hacerse con este tipo de productos.

Y tras lo expuesto con anterioridad, podemos incorporar una opción más:

- e. Nos referimos a emplazamientos naturales o urbanos, próximos a centros de culto donde la demanda de los fieles hace plausible el requerimiento de talleres especializados en la producción de esculturas votivas de bronce.*

En cuanto al espacio de trabajo propiamente dicho, su estructura arquitectónica responde a patrones sencillos de construcción, generalmente de forma cuadrangular, con pocas estancias –dos o tres como mucho- y los materiales utilizados provienen casi en su totalidad de las materias primas del entorno más próximo.

Sus muros, de unos 50 cm de grosor, han sido levantados a doble hilera con cantos rodados careados, toscamente enlucidos y reforzados con adobe; todo ello sobre unos sólidos cimientos pétreos.

Las cubiertas, planas con una leve inclinación –o incluso a dos aguas-, son realizadas con ramajes, cañizo y arcilla, en ocasiones recubiertas con lozas de pizarra, y descansan sobre un cuerpo estructural básico elaborado con vigas de madera y reforzado por algún que otro pilar del mismo material. Sin llegar a cubrir por completo la vivienda, es común la reserva de espacios abiertos, a modo de recibidor o vestíbulo, que cumplen una función destacada para nuestro proyecto, por su vinculación con los procesos de reducción y fusión de metales.

Bajo los pies, grandes lozas de barro cocido, pizarra o puede que un cuidado empedrado conforman el pavimento del recinto, cubriendo fundamentalmente zonas exteriores, de mucha actividad o próximas a los hogares, con el fin de aislar la vivienda-taller del terreno

crudo y controlar en la medida de lo posible su regularidad, el grado de humedad del suelo y sobre todo su limpieza.

En cuanto a los útiles de trabajo, podríamos esbozar una lista coherente con los recursos tecnológicos y recursos energéticos habituales en la época que nos ocupa:

- Piedras para moler mineral.
- Cerámicas para la reducción de metales.
- Cerámicas crisol.
- Moldes de Arenisca. Moldes de naturaleza abierta o bivalvos.
- Moldes de arcilla.
- Carbón mineral, vegetal, madera.
- Fuelle de cuero o cañas para el soplado -con boca cerámica-.
- Horno de hoyo.
- Útiles de metal –tal vez también piedra- para el acabado de las piezas.

Entre las técnicas empleadas para la producción de pequeñas esculturas de bronce colado destacamos la fundición a la cera perdida por medio de moldes cerámicos, sin descartar la utilización de moldes en piedra, abiertos o bivalvos, para modelos más sencillos o sintéticos. Prueba de ello son las numerosas piezas que muestran rastros del sistema de colada y eliminación de gases dispuesto por los artesanos para su fundición, así como rebabas y excesos propios de haber trabajado con moldes de dos piezas.



119. Toro de Azaila, 200 a.c. - 101 a.c., conservado en el museo arqueológico de Madrid.

2.5.2. *El taller de los aerarii o confectores aeris hispanos.*

Los santuarios seguirán en activo durante la ocupación romana y en ellos las piezas de bronce empezarán a rivalizar con un material en auge: la piedra. Sirva como ejemplo el santuario del Cerro de los Santos, en el término municipal de Montealegre del Castillo (Albacete), que congregó algunos talleres dedicados a la escultura en sus cercanías y donde, a pesar del amplio número de piezas votivas catalogadas, sólo tres broncees son considerados propios del yacimiento²¹⁶. El taller de nuestro escultor-fundidor es desplazado, pues el mármol se convierte en la materia predominante en la escultura romana del imperio. A pesar de todo, es relativamente sencillo acreditar la vitalidad e importancia de la actividad metalúrgica en Hispania. Los yacimientos al pie de las minas, auténticos centros industriales del sudeste peninsular, dan testimonio de la forma de trabajar de los fundidores hispanorromanos, así como de los recursos técnicos a disposición de un operario de estos asentamientos:

Prácticamente in situ se realizaba el tratamiento del mineral.... en el caso de El Centenillo, la galería por la que probablemente se realizaba la salida del mineral desemboca en una fundición. En las proximidades de las labores y en los poblados mineros, son habituales los restos de hornos, herramientas, escorias, hornos de copelación... por lo tanto la actividad metalúrgica ha de considerarse como complemento de la extractiva, prácticamente formando parte del mismo proceso de trabajo y realizada por la misma mano de obra. Quizás algunas de las habitaciones de los poblados mineros, sin ajuares de ningún tipo, estaban destinadas a almacenar el metal antes de ser transportado;...²¹⁷

El fragmento pertenece a la descripción de una de las estructuras del yacimiento de Valderrepisa, Fuencaliente (Ciudad Real), datado entre los siglos II y I a. C. pero no es ni mucho menos el único caso en el que podemos encontrar este tipo de talleres dedicados en exclusiva a la extracción, reducción y tratamiento del metal para su posterior comercialización. Disponer de espacios exclusivos para el almacenamiento de metal da buena cuenta del potencial productivo de estas fundiciones, de la especialización de su mano de obra y, por supuesto, todo ello marca notoriamente la morfología del espacio constructivo ocupado por la actividad, donde esos almacenes se encontraban anexos a las unidades domésticas porque también alojaban a los trabajadores. Un ejemplo claro de taller-habitado.

La presencia de estos yacimientos arqueológicos, reflejo de un sector metalúrgico de corte industrial bien consolidado, justifica que asumamos que el artesano local dedicado a la escultura en bronce, o *confectore aeris*, era tan experto en su materia como se presupone lo

²¹⁶ RUÍZ BREMÓN, Mónica. *Los exvotos del santuario ibérico del Cerro de los Santos*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, 1989, p.163.

²¹⁷ RODRÍGUEZ NEILA, J. Francisco, et al. *El trabajo en la Hispania romana*. Madrid: Sílex Ediciones, 1999., p.260.

fue el resto de fundidores de otros sectores -aun ocupando por entonces una situación social con pocos reconocimientos-. El escultor-fundidor hispanorromano dispondría de unos conocimientos y un equipamiento técnico semejantes al de aquellos fundidores que trabajaban al pie de las minas. Aseveramos en lo de *semejantes* pues no queremos decir que sus actividades fuesen exactamente iguales y dispusiesen de los mismos medios, pues como veremos existen diferencias relevantes. Con respecto al metal utilizado, muy probablemente procediese de las propias minas hispanas, *pues tanto el cobre de Sierra Morena como el plomo argentífero hispánico eran especialmente afamados en su tiempo, como pone de manifiesto Plinio el Viejo (Nat. XXXIV, 4 y 95)*²¹⁸. Nuestro artesano, próximo a las vías comerciales del metal, podría conseguir cobre, estaño, plomo o plata procesado previamente en el lugar de extracción, preparado en lingotes o piezas estandarizadas, libres de impurezas provenientes de la ganga, y al peso. Esta coyuntura le permite reducir desde un principio su infraestructura de trabajo y centrarse en los procesos básicos ineludibles para realizar una pieza escultórica en metal fundido.

*La excavación de talleres metalúrgicos de metales de base de cobre que permitan reconstruir la organización del trabajo no es frecuente, pero además cuando esto ha sucedido pocos son los elementos metálicos conservados, normalmente restos de producción y estructuras de combustión. Las herramientas vinculadas con la manufactura no se suelen abandonar y si se rompen o deterioran, se reciclan*²¹⁹. Esta falta de restos arqueológicos que informen sobre la estructura arquitectónica o laboral de un taller de escultor-fundidor hispano supone un gran inconveniente para nuestro estudio, privándonos de pruebas físicas que ayuden a generar una imagen nítida de éste. Aunque podemos sacar algunas conclusiones sobre ello. La investigadora Dra. D^a M^a Ángeles Mezquíriz Irujo, por ejemplo, se explica la escasez de vestigios relacionados con la actividad metalúrgica en estos espacios con la idea de que el artesano no necesitaría de un aparatoso complejo industrial para llevar a cabo su trabajo; *bastaba con un hogar para mantener el fuego y sencillos útiles de trabajo: martillos, pinzas, limas, cinceles, etc.*²²⁰. Lo mismo ocurre con el tipo de edificación; la falta de restos en materia constructiva nos hace suponer que la actividad artesanal era desarrollada en espacios sencillos y modestos, viviendas como las de cualquier ciudadano romano de baja condición social.

²¹⁸ LEÓN, Pilar, et al. Arte romano de la Bética. Escultura, pp.357-358.

²¹⁹ MONTERO, Ignacio. *Los metales en la antigüedad*. (Colección ¿qué sabemos de?) Madrid: CSIC, Los Libros de la Catarata, 2014, p.78.

²²⁰ MEZQUÍRIZ IRUJO, M^a Ángeles. Catálogo de bronce romanos recuperados en el territorio de Navarra. *Trabajos de Arqueología Navarra*. 2011, núm. 23, p.2.



120. Experimento de fundición en las I Jornadas de Metalurgia Prehistórica de Taramundi.

Aunque los posibles sistemas de trabajo del artesano-fundidor aún siguen suscitando debate, las palabras de la Dra. D^a M^a Ángeles Mezquíriz no están desprovistas de razón e importancia. Otros autores europeos, como el Dr. D. Michel Pernot, comparten esa visión del taller, un espacio y actividad reducidos a la mínima necesidad:

Los aspectos técnicos abarcan principalmente la elección de las aleaciones (...) y los procesos empleados para la fabricación de cada pieza con sus respectivas herramientas asociadas. Esto está asociado con los vestigios materiales (moldes, crisoles, martillos, etc.) pero también con bienes muebles tales como hornos, fosas, yunques fijos para la deformación; y finalmente con el taller en el cual se lleva a cabo la fabricación.²²¹

Puestos a concretar un poco sobre los hornos metalúrgicos, el Dr. D. José García Romero expone varias tipologías existentes, desde hornos de hogar, a tazón o pozo, hasta hornos de reverbero o tinaja: *los hornos de tostación eran los fornacies, activados con tiro natural; los hornos de fusión eran los camini, activados con tiro artificial, que manipulaban los flatores²²²*. Y siguiendo con la disponibilidad de medios, existe la posibilidad, cada vez más aceptada, de que los fundidores romanos²²³ hicieran uso de moldes metálicos reutilizables para obtener alguna de sus piezas.

Puede resultar sorprendente el uso de moldes de bronce para fabricar otros objetos de bronce y la propia investigación cuestionó que esa fuera su función. Los argumentos técnicos como la proximidad de los puntos de fusión de la colada y del propio molde, la dificultad que habría para

²²¹ PERNOT, Michel. *Técnicas del metal, artesanos y talleres en las sociedades antiguas: de la edad del bronce final al periodo romano en la Europa occidental*, p. 332.

²²² GARCÍA ROMERO, José. Hornos de fundición y fusión empleados en la metalurgia romana en la provincia de Córdoba, pp. 201-212.

²²³ Ya en la prehistoria se usaban para reproducir hachas mediante moldes bivalvos de bronce.

*separar del molde la pieza fabricada o el deterioro que los procesos de calentamiento y enfriamiento originarían en las valvas fueron utilizados para sustentar la idea de que su función real era la producción de 'modelos' de cera o de plomo, destinados a su posterior fundición a la cera perdida. Diferentes trabajos experimentales demostraron que funcionaban correctamente en la producción de bronce, incluso si las composiciones del molde y del objeto producido eran muy semejantes. El control de las temperaturas y del proceso de enfriamiento permite numerosas reutilizaciones de los moldes, aunque inevitablemente la repetición de los procesos de calentamiento y enfriamiento acaba por alterar finalmente la estructura interna del metal. Algunos autores han estimado que podrían fabricarse entre 30 y 50 piezas a partir de un solo molde.*²²⁴

Dato interesante éste de los moldes reutilizables si lo consideramos igualmente frecuente dentro del sector artesanal dedicado a la producción escultórica y lo sumamos a la hipótesis de algunos autores sobre la existencia de un comercio específico de matrices, con las que reproducir ciertas esculturas de interés común entre localidades de un mismo territorio o incluso entre diferentes países²²⁵. Este tipo de prácticas ha provocado una de las inseguridades más comunes entre los especialistas en arte antiguo, pues el concepto de *pieza original* es cuestionado constantemente.

*Todavía en 1925 se pudo tener el mellépheos pompeyano como un original griego del siglo V, ya del mismo Fidias, ya de su círculo más inmediato, de Alkámenes, por ejemplo. Es más, poco después S. Reinach, pese a la opinión contraria cada vez más extendida, opinión que el erudito francés conocía por supuesto, siguió defendiendo la originalidad del bronce de Via dell'Abbondanza. Hoy, sin embargo, ya nadie duda de que se trata de una pieza salida de talleres neoáticos. Éstos poseían un rico almacén de vaciados, de moldes y copias que manejaban diestramente componiendo ya réplicas exactas o trasuntos ligeramente variados, ya verdaderos híbridos, como el de Pompeya, en el que es evidente la superposición de una testa fidiaca, probablemente femenina, sobre un cuerpo de maestro y gusto distintos. Caso similar se vio también en el Idolino de Florencia y así en otros muchos que habían pasado por originales griegos.*²²⁶

Hasta aquí, lo referente al conocimiento técnico de nuestro artesano-fundidor en Hispania. En líneas generales, podemos concluir que para llevar a cabo una técnica como la fundición artística a la cera perdida, por ser de las prácticas más comunes, se contaría con los siguientes medios:

- Materia prima: cera, grasas animales o aceites, arcillas, fibras vegetales o animales,... etc., con las que preparar tanto el modelo efímero como el molde refractario. Son el

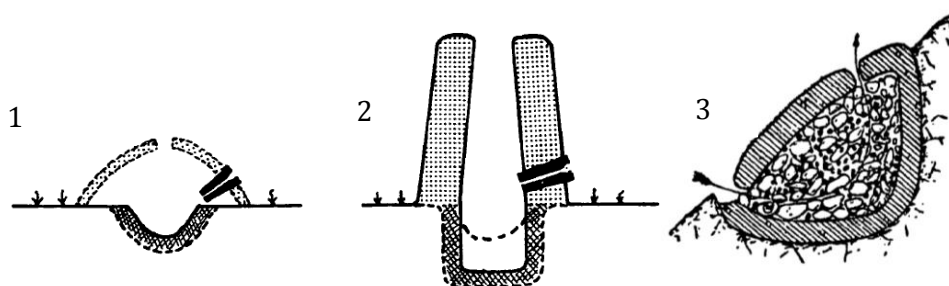
²²⁴ MONTERO, Ignacio. *Los metales en la antigüedad*, p. 77.

²²⁵ ACUÑA CASTROVIEJO, Fernando y RODRÍGUEZ GARCÍA, Purificación. Escultura en bronce en Gallaecia. En: *Actas de la IV Reunión sobre Escultura Romana en Hispania*. (Faculdade de Belas-Artes de Lisboa, Universidade de Lisboa 7,8 & 9 fevereiro-2002). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Área de Cultura, 2004, p. 269.

²²⁶ GARCÍA Y BELLIDO Antonio. El mellépheos de bronce de Antequera. *Archivo Español de Arqueología*. 1964, vol. 37, nº. 109-110, pp. 22-32.

testimonio de un conocimiento profundo de los principios técnicos y materiales de la actividad.

- Moldes metálicos, así como matrices de piedra para positivar formas sencillas, con el objeto de conseguir la reproducción múltiple de ciertos modelos escultóricos.
- El equipo y los medios precisos para descerar el molde y cocerlo adecuadamente. Bastaría con una pequeña hoguera u hogar doméstico.
- Un horno de fusión, o *camini*; posiblemente de tinaja, alimentado con carbón mineral o vegetal, con zócalo de mampostería para sus cúpulas y ventilación asistida con fuelles de cuero y cerámica.
- Crisoles cerámicos.
- Pinzas de crisol.
- Uno, dos o más operarios, dependiendo de la carga productiva y el tipo de piezas llevadas a cabo en el taller.
- Herramientas para el trabajo en metal: martillos, limas, cinceles, etc.



121. (1) y (2) hornos de tinaja semejantes a los que se usaron en la Córdoba romana; (3) Horno de pozo en ladera como los utilizados en las minas romanas de Cerdeña.

2.5.2.1. *El culto doméstico*

Como ya se ha mencionado, Hispania fue una importante productora de cobre, básico para la elaboración de aleaciones como el bronce con el que fabricar tablas epigráficas, objetos de uso doméstico y por supuesto estatuas. La masa de la producción artística romana puede considerarse ingente, lo que se debe principalmente al auge que ciertas clases sociales experimentaron en el seno de la ciudad romana, célula en la que se gestó el clima más adecuado para el crecimiento de las artes²²⁷. *La ciudad constituía en Hispania un auténtico pilar sobre el que se sustentaba el mundo romano*²²⁸, donde una amplia variedad de talleres artesanales cubrían la demanda generada por un nuevo tipo de ciudadano -el ciudadano

²²⁷ BENDALA GALÁN, Manuel. *La antigüedad: de la prehistoria a los visigodos*. 3ª Ed. Madrid: Sílex, 2004, p. 173.

²²⁸ MONTERO VALLEJO, Manuel. *Historia del Urbanismo en España I: del Eneolítico a la Baja Edad Media*. Madrid: Cátedra S.A., 1996, p.65.

romano-, de alto poder adquisitivo e interesado por las obras de arte, -al menos durante un tiempo-. Además de la de un acomodado sector indígena, totalmente romanizado, que empieza a heredar los refinados gustos de la capital²²⁹. Muchas iniciativas por parte del estado, reflejadas en los aditamentos monumentales y el encargo privado, incrementaron ocasionalmente la demanda de un sector al que pertenecían los aerarii y los confectores aeris documentados epigráficamente²³⁰. Si bien, los encargos de gran envergadura, destinados a ensalzar en lugares públicos la figura de un emperador o un atleta y supervisados por el estado, no son para nuestra investigación los más relevantes. Orientamos el foco de atención a esa clase media, romana o indígena –es irrelevante- que demandan productos de pequeño-mediano formato destinados a satisfacer necesidades más íntimas, hogareñas, algunas piezas de carácter religioso y otras con fines fastuosos.

*Dentro de la casa romana tiene el culto doméstico una lógica y gran importancia, que en ricas mansiones era satisfecho con escultura de plata y oro, (...) En hogares más humildes las imágenes de culto eran realizadas en bronce y cerámica, como se desprende de numerosos hallazgos. En tales ambientes domésticos, tanto en dumus como, sobre todo, en las villae, otra serie más importante de esculturas debieron estar más exentas de ese carácter cultural apuntado, y formaban parte del elenco de elementos ornamentales, aunque relacionados en la mayoría de los casos con el mundo de las divinidades y la mitología grecorromana.*²³¹

Como vemos, los *lararia* o *altares domésticos* de culto familiar son habituales en Hispania, tanto a nivel rural como urbano. Su ubicación dentro de la vivienda es variada y contenían, por lo general, piezas de bronce y piedra de pequeño formato. Algunos autores incluso consideran la presencia de estos pequeños altares a nivel foráneo como un paso más en el proceso de romanización cuya finalidad es asemejarse a la alta sociedad romana. Por la documentación conservada, sabemos *que el culto doméstico de tipo romano se extendió por la totalidad de las provincias Baetica y Tarraconensis. (...) En algunas zonas, sin embargo, convivió con tradiciones religiosas de tipo local, (...) de manera que la introducción del culto doméstico romano en Hispania no implicó, como en muchos otros ámbitos de la vida, la desaparición de tradiciones vernáculas*²³².

Destacamos, junto al predominio de la temática dionisiaca, la presencia constante de un formato de reducidas dimensiones en la escultura doméstica de ambiente urbano, lo cual supone un elemento determinante al estudiar la actividad de un taller hispanorromano de nuestro perfil.

²²⁹ WITTKOWER, Rudolf y Margot. *Nacidos bajo el signo de Saturno. Genio y temperamento de los artistas desde la Antigüedad hasta la Revolución Francesa*, p. 19.

²³⁰ RODRÍGUEZ NEILA, J. Francisco, et al. *El trabajo en la Hispania romana*, p. 68.

²³¹ LOZA AZUAGA, María Luisa. *Esculturas romanas en bronce del sur de la provincia de Córdoba*. En: *Reunión sobre escultura romana en Hispania*. Tarragona: Massó, J., Sada, P., 1996, p.90.

²³² PÉREZ RUIZ, María. *Aproximación al culto doméstico en la Hispania romana. Algunas consideraciones*. En: *XVII International Congress of Classical Archaeology*. Roma. Bollettino di Archeologia on-line, special volume, 107-114. 2010, p.110. [En línea] [Consultado: 28/5/2017] Disponible en web: http://www.bollettinodiarcheologiaonline.beniculturali.it/documenti/generale/14_Perez.pdf



122. 123. 124. Izquierda: Lar de bronce del siglo I conservado en el Museo Arqueológico Nacional, Madrid; Centro: Lararium romano de la casa de Menandro dorado de Pompeya, Roma; Derecha: Genio de bronce representado como un *pater familias*, Siglo I d.C. conservado en el M. A. N., Madrid.

*El rasgo más intenso y característico de este artesanado desde el punto de vista del estilo es el realismo, que impregna y deja huella indeleble en el estilo provincial por dos razones fundamentales: la primera es que esa fue la orientación estilística que tomaron los artesanos locales en su aprendizaje del arte del retrato a través de los escultores foráneos; la segunda es que el gusto de los provinciales mostró siempre apego a fórmulas iconográficas sencillas y directas, ajenas a sutilezas y refinamientos propios de ambientes artísticos y culturales más evolucionados y complejos²³³. A la observación de la Dra. D^a Pilar León-Castro, añadiría el Dr. D. Pedro Rodríguez Oliva que ya de por sí los territorios ibéricos en Hispania poseían una tradición plástica figurada que puede incluso considerarse en alguna de sus etapas como un 'arte griego provincial', creando unas condiciones especiales para que 'una plástica republicana pudiera arraigar con posibilidades muy distintas y dar lugar a nuevas modalidades artísticas'²³⁴ ahondando en el estilo realista indicado por la Dra. D^a Pilar León. Junto a esta variante (la escultura sacra propia de los *lararia*), en Hispania abunda otra que representa al *genius* o *iuno* de los propietarios de la casa. Por desgracia, de las piezas sólo se conserva el pilar con la inscripción, mientras que la cabeza, realizada en bronce, se ha perdido*

²³³ LEÓN-CASTRO ALONSO, Pilar, et al. *Arte romano de la Bética. Escultura*, pp. 218-229.

²³⁴ *Ibidem*, pp. 41-42.

en todos los casos²³⁵. Paralelamente, se han hallado magníficas esculturas destinadas a decorar atrios, jardines, fuentes o estancias privadas, como por ejemplo en la villa romana del Cortijo de los Robles (Jaén).

Los talleres de Baetica y Gallaecia: Corduba y Taboexa dos puntos de interés.

Las tres estatuas que han entrado como principales en este cotejo, la de Via dell'Abbondanza, Volubilis y Antequera, presentan sobre un mismo cuerpo cabezas distintas, aun a pesar de que dos de ellas (las del bronce mauritano e hispano) están muy próximas entre sí. Es más, tampoco coinciden en el tamaño, una es de 1,40, otra de 1,49 y la de Antequera de 1,54 m. Los talleres neoáticos de los cuales salieron fueron evidentemente distintos, aunque tuvieran en sus arsenales de modelos el mismo prototipo. En unos casos lo adaptaban a un lychnóphoros, en otras a un escanciador, en otras a un stephanephóros, como creemos fue el de Antequera. (...)

Si las esculturas fueron importadas o encargadas en un taller local o provincial es algo que no podemos precisar por el momento, pero no cabe duda de que ésta constituye una más de las líneas por la que debe orientarse el estudio en profundidad de las piezas, (...) ²³⁶

Sobre el origen de las piezas escultóricas en bronce halladas en España siempre sobrevuela la duda de si fueron engendradas en un taller local hispano o por el contrario son consecuencia del comercio artístico internacional del vasto imperio romano y, por tanto, pertenecen a un taller extranjero. Por supuesto, no es fácil distinguir entre una pieza importada y una obra provincial, pero no es motivo para dudar de la presencia de un buen número de talleres dedicados a la escultura en metal fundido en Hispania. Entre los criterios más frecuentes para decir si una pieza es de origen foráneo o genuinamente hispana, se encuentran la calidad de su ejecución y el material empleado. También el comercio de moldes y matrices dificulta el determinar con claridad un taller de origen. Así las cosas, y aunque nos pese, una pieza de buena factura suele considerarse como un producto de importación, transportado a la Bética completamente elaborado o bien terminado de ejecutar en la provincia a manos de un taller local.

A pesar de todo, autores como la Dr. D^a María Luisa Loza, defienden la existencia de talleres propios de la bética y señalan a *Corduba* como un punto caliente para testimoniar la presencia de estos espacios. Se ha documentado bien este tipo de artesanía del metal, sobre todo en el siglo II a.C., donde familias de libertos enriquecidos están relacionadas con la profesión de bronceístas -*aerarius*-²³⁷. Talleres en los que pudieron surgir bronce de la talla

²³⁵ PEÑA JURADO, Antonio. La escultura de Domus en Hispania. *Anales de Prehistoria y Arqueología*. Universidad de Murcia. 2007-2008, Vol. 23-24, p.136 [En línea] [Consulta: 24 mayo 2017]. Disponible en web: < <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/35868>>.

²³⁶ GARCÍA Y BELLIDO Antonio. El melléphebo de bronce de Antequera, p. 14.

²³⁷ HERNÁNDEZ GUERRA, Liborio. *Los libertos de la Hispania Romana: situación jurídica, promoción social y modos de vida*.

del Eros de Montemayor o el Kairos de la villa de Almedinilla²³⁸, ambas piezas de gran calidad tanto técnica como artística.

Dentro de este círculo se integrarían dos esculturas de bronce que se conservan actualmente en el Museo Arqueológico Provincial de Córdoba, Ambas se encontraron en el lugar denominado 'Las Minas', en el término municipal de Aguilar de la Frontera (Córdoba). Desconocemos las circunstancias de su hallazgo: sólo sabemos que fueron descubiertas 'entre escorias de fundición', lo que hace plantear la hipótesis –imposible de resolver hasta que no se cuente con más datos- de que las piezas pudieron no corresponder en ese momento a la ornamentación original de esa villa – dado el carácter no urbano del yacimiento- sino que estuvieran relacionadas con un taller de elaboración de bronce o, más posiblemente, con una labor de fundición de piezas metálicas. (...)

La afinidad artística y técnica de obras como la cabeza de efebo de Aguilar o el Hypnos de Almedinilla y la presencia de otras dos esculturas similares al Dionysos de Aguilar en nuestros territorios –el Marte de Écija y el ejemplar al que pertenecería la pierna broncea de Mérida- podría hacer pensar en una localización hispana para un hipotético taller común de elaboración. La existencia de talleres locales de bronce debe ser un hecho, aunque en general referidos a pequeños bronce, y sólo en casos excepcionales se ha relacionado con la producción de grandes bronce.²³⁹

D. Raniero Baglioni y D^a Ana Bouzas Abad también consideran la existencia de un taller cordobés en época altoimperial, en base a la cantidad y calidad de los bronce hispanos catalogados, aunque mantienen sus reservas, en parte por la dualidad en las posiciones entre expertos:

D. Vaquerizo y J.M. Noguera señalan, aunque con cautela, la posibilidad de una actuación de talleres locales de bronce, quizás itinerantes y al menos en torno a la capital de la Provincia (Córdoba), para satisfacer la demanda de estas piezas de mediano y pequeño tamaño para la ornamentación de espacios domésticos.

F. Braemer apunta la hipótesis, para esculturas de medio formato, de que fuesen importadas las matrices o moldes destinados a fundir las piezas por partes. Este sistema de trabajo, fue el empleado en el Hypnos almedinillense (huellas de aplicación de la técnica de soldadura, desproporción entre la cabeza y el cuerpo, etc.).²⁴⁰

Otro de los espacios de interés, localizado en la península, lo encontramos al norte de Hispania, donde cuentan con indicios suficientes para suponer de la existencia de un taller tardoromano dedicado al metal en Taboexa, Gallaecia. Espacios dedicados a la elaboración

²³⁸ LEÓN-CASTRO ALONSO, Pilar, et al. *Arte romano de la Bética. Escultura*, p. 357-358.

²³⁹ LOZA AZUAGA, María Luisa. *Esculturas romanas en bronce del sur de la provincia de Córdoba*, p. 79-90.

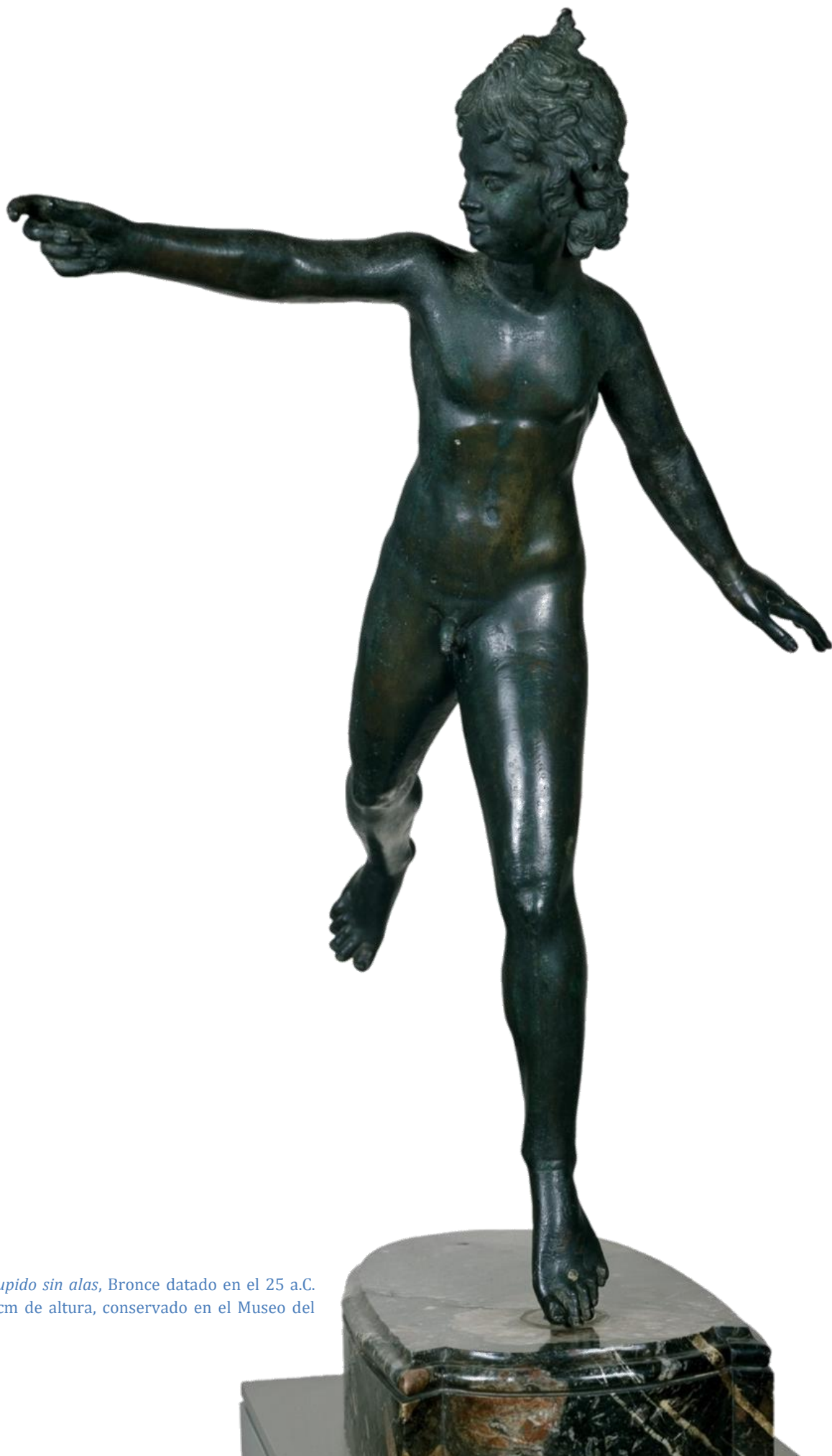
²⁴⁰ BAGLIONI, Raniero y BOUZAS ABAD, Ana. El hypnos de Almedinilla: Metodología y proceso de investigación, intervención y montaje. En: *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 1999. nº 28, p. 44.

de piezas en bronce, bien de uso doméstico, sacro u ornamental, manufacturadas en serie mediante el uso de moldes y matrices en circulación por una red de centros artesanales casi segura, que fomenta o nutre a estos talleres locales de carácter urbano. *En este sentido, en el Coto de Altamira (Taboexa. As Neves) en una zona al w de la escarpada ladera del yacimiento han aparecido un conjunto de bronce, entre los que destacan un fragmento de un crisol, escorias, gotas de fundición de plomo y bronce, la mitad de un doble molde de fundición, pequeños lingotes de plomo, plantillas de lañar que nos indica la existencia de un centro fundidor de bronce*²⁴¹.



125. 126. Izquierda: Bronce romano del dios *Hypnos*, procedente de El Ruedo, Córdoba. Derecha: *Efebos de Sacili Martialium*. Dos magníficas esculturas de bronce datadas en el siglo I d.C. conservadas desde 2012 en el Museo Arqueológico de Córdoba.

²⁴¹ ACUÑA CASTROVIEJO, Fernando y RODRÍGUEZ GARCÍA, Purificación. Escultura en bronce en Gallaecia, p. 269.



127. *Cupido sin alas*, Bronce datado en el 25 a.C. de 59 cm de altura, conservado en el Museo del Prado.

2.5.2.2. Localización y tipología de la vivienda hispana.

En cuanto a la situación social en época romana de estos escultores-fundidores especializados en pequeño-medio formato, se trata de artesanos de baja condición social: esclavos o libertos²⁴². *En el tratado Oikonomikós, Jenofonte reunió los argumentos contra la actividad artesanal, que en la literatura griega aparece etiquetada como propia de patanes: la artesanía daña el cuerpo, puesto que fuerza al artesano a estar sentado sin moverse y en el interior de la casa, a veces incluso en la proximidad al fuego*²⁴³. A través de este fragmento de texto, que dirige duras críticas al sector artesanal en el que se encuentra -entre otros- nuestro modelo de estudio, se nos genera una imagen curiosa... casi podemos imaginar con su lectura al escultor-fundidor romano trabajando pacientemente en su propia casa, por ejemplo mientras prepara un molde de fundición u observa atento como llega a su punto de fusión el metal dentro de un pequeño crisol cerámico... una stampa familiar para nosotros. *A través de los restos exhumados en la Provincia Baetica, tan sólo nos ha sido posible determinar los modos de vida de gran parte de la sociedad de alto poder político y económico gracias al tipo de vivienda que constituye el edificio en el que vivía; así pues podemos conocer el grupo más poderoso de la sociedad que residió en estas áreas durante todo el período romano. En cambio, sobre la población más humilde las evidencias arqueológicas nos han dejado escasos testimonios, (...)*²⁴⁴

Un estatus social de bajo nivel adquisitivo, unido a la citada falta de evidencias constructivas entorno a los talleres artesanales dedicados al metal, afianza la hipótesis de que no estamos ante espacios de trabajo de grandes dimensiones, a diferencia de otro tipo de artesanado romano como pueden ser los alfareros, quienes para conseguir beneficios requerían de una gran productividad y en consecuencia de grandes superficies de terreno. El número de operarios a cargo del artesano-escultor, sobre todo en el caso de los aerarii, debió ser muy reducido, a no ser que tuviesen que llevar a cabo un proyecto de gran envergadura, como encargos oficiales o *evengéticos*, para los cuales se les facilitaría mano de obra servil²⁴⁵. Incluso vemos improbable que las funciones de taller estuviesen totalmente separadas de las funciones domésticas. En ese sentido, pensamos que la tipología de un taller-vivienda de escultor podría ser similar a las construcciones halladas en los yacimientos, próximas a las minas y dedicadas a su explotación. El Dr. D. Julio Mangas y la Dra. D^a Almudena Orejas describen uno de los sectores del yacimiento minero de Valderrepisa y comparan esas estructuras habitacionales y de taller con los restos constructivos con otros hallazgos del mismo sector:

²⁴² MEZQUÍRIZ IRUJO, M^a Ángeles. Catálogo de bronce romanos recuperados en el territorio de Navarra. *Trabajos de Arqueología Navarra*. 2011, núm. 23, p. 2.

²⁴³ SCHNEIDER, Helmuth. *La técnica en el mundo antiguo*. Madrid. Alianza Editorial. Colección Historia de la ciencia. 2009, p. 29.

²⁴⁴ GÓMEZ RODRÍGUEZ, Águeda. *La arquitectura doméstica urbana en época romana en la Provincia Baetica*. Tesis. Huelva: Departamento de Historia I, Universidad de Huelva, 2010, p.628.

²⁴⁵ RODRÍGUEZ NEILA, J. Francisco, et al. *El trabajo en la Hispania romana*, p.108.

(...) indican la convivencia de espacios con funcionalidades diversas: por un lado los vinculados a la metalurgia, por otro, los de uso doméstico, con ajuares cerámicos y hogares y, por último, los almacenes, tanto destinados a la acumulación de mineral y metal, como a los productos alimenticios,... En general se trata de estancias pequeñas (de entre 1,5x3 y 3x3 m) del tipo hallados en La Loba y en poblados del área de Cartagena.²⁴⁶

Nada nos impide pensar entonces que los talleres de escultura integrados en la ciudad también fuesen edificaciones de pequeña envergadura, de carácter familiar, donde se vive y se trabaja, incluso donde los propios artesanos ejercieron tanto de productores como de vendedores²⁴⁷, lo cual complica, más si cabe, el currículum del escultor romano; y nos hace recordar las palabras del Dr. D. Juan Carlos Albaladejo:

Debemos considerar aspectos determinantes por los que el cliente, artista y operario concurren en la misma persona. Las estrategias que adoptemos para hacer conciliar el éxito de la pieza con la creatividad o interés de la misma no es el mayor de nuestros problemas si consideramos al operario un perfecto ignorante en el oficio de fundidor.²⁴⁸

La Dra. D^a Ada Cortés Vicente nos brinda una clasificación tipológica interesante de las viviendas romanas del N. E. Peninsular:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Casa Simple | - Casa de Atrio |
| - Casa de Espacio Distribuidor Descubierta | - Casa de Atrio y Peristilo |
| - Casa de Espacio Distribuidor Cubierta | - Casa de Peristilo |
| - Local Comercial con Dependencias Domésticas | - Casa de Patio Porticado |

En la década de los años 70, A. Balil Illana diferenció la vivienda en Hispania, agrupándola en diferentes modelos y tomando como referente la organización interna del edificio, ubicación y funcionalidad, parámetros muy acordes para acercarnos más al perfil constructivo de nuestro modelo de estudio ²⁴⁹. Y si añadimos a los tipos constructivos planteados por el Dr. D. Alberto Balil Illana los modelos de vivienda romana del N. E. Peninsular expuestos por la Dra. D^a Ada Cortés Vicente²⁵⁰, tendríamos la siguiente clasificación:

²⁴⁶ Ibídem, p.257.

²⁴⁷ Ibídem, p. 107.

²⁴⁸ ALBALADEJO, Juan Carlos. Descontextualización del sujeto. Valoración del objeto. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. Marcos Martínez, Carmen (coord.). [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009. Fragmento del Resumen de la comunicación.

²⁴⁹ GÓMEZ RODRÍGUEZ, Ángela. *La arquitectura doméstica urbana en época romana en la Provincia Baetica*, p. 560.

²⁵⁰ CORTÉS VICENTE, Ada. Clasificación tipológica de la arquitectura doméstica romana. Reflexiones a partir de las ciudades del NE peninsular. *PYRENAE, revista de prehistòria i antiguitat de la Mediterrània Occidental*. 2014, vol. 45, nº 2, p. 59-93.

- **Casa Simple:**
- Continuidad de los tipos de viviendas indígenas.
- Adaptaciones o modernizaciones de los tipos indígenas.
- **Casa de Espacio Distribuidor Descubierta**
- Casa de Espacio Distribuidor Cubierta
- **Local Comercial con Dependencias Domésticas**
- **Trasformación de casas de los tipos citados en instalaciones industriales o artesanas.**
- **Instalaciones industriales o comerciales con vivienda anexa.**
- Casa de Atrio
- Casa de Peristilo
- Casa de Atrio y Peristilo
- Casa de Patio Porticado
- Viviendas plurifamiliares o colectivas del tipo insulae
- Construcciones rurales absorbidas por el crecimiento urbano.

Los diversos tipos de casas nos indican las diferencias sociales, expresadas tanto en el tamaño del edificio como en la ordenación de las estancias y en la decoración interior. A través de los modelos constructivos y de las características arquitectónicas y decorativas es posible identificar los grupos que componen la sociedad, aunque en ocasiones resulta complicado de definir²⁵¹. En ese sentido, descartamos las Casas de Atrio, de Peristilo, de Atrio-Peristilo y las de Patio Porticado, por tratarse por lo general de edificaciones fuera del alcance de un artesano de la época. En lo que a tipología arquitectónica se refiere, defendemos en definitiva: un modelo constructivo más próximo a las estructuras propias de un local artesanal de modesta envergadura física y empresarial: bien un local comercial con dependencias domésticas; bien una casa simple con un espacio abierto al exterior, tal vez un patio interior sin techumbre o una pequeña parcela adjunta a la edificación donde poder llevar a cabo los procesos más engorrosos como la eliminación del modelo en cera y la cocción de los moldes cerámicos. Las familias humildes eran alojadas en viviendas que no alcanzaban la riqueza constructiva de la mayor parte de los edificios clasificados por la Dra. D^a Ada Cortés o el Dr. D. Alberto Balil; gran parte de los tipos propuestos se alejan bastante de nuestro modelo de estudio. La Dra. D^a Águeda Gómez Rodríguez nos ilustra sobre los recursos materiales que pudieron definir a este modelo de edificación²⁵²:

Entre estos edificios se encuentran los bloques de la zona sur, (...), aunque además de servir de residencia familiar contaba con instalaciones metalúrgicas. Los escasos recursos económicos de estos sectores de la población sólo les permiten habitar en residencias de menores dimensiones y de materiales arquitectónicos más perecederos. La ausencia de ricos pavimentos y pinturas murales y el uso generalizado de la madera son algunos de los elementos que mejor definen sus interiores. Se construye en altura, de manera que el aprovechamiento del suelo es más rentable y tan sólo se deja un espacio abierto en la parte trasera del bloque. En ellos se alojarían varias familias dedicadas a actividades aún sin determinar. Existen, además, diversas opiniones sobre el uso de los patios y el destino para el que fueron construidos. Algunos de los pisos se levantaban sobre

²⁵¹ GÓMEZ RODRÍGUEZ, Águeda. La arquitectura doméstica urbana en época romana en la Provincia Baetica, p.598.

²⁵² Ibídem, pp. 117-118.

una vivienda precedente de patio interior que sería abandonada a finales del siglo I d.C., momento en el que se produce una nueva reordenación de los espacios urbanos.



128. *Casa de Diana en Ostia. Roma. De esta insula conserva el piso inferior, en el que se situaban tiendas y del que partían las escaleras de acceso a los dos o tres pisos superiores.*

Al estudiar las viviendas romanas, es habitual encontrarse con *las Insulae*. Las insulae son edificios, o complejos constructivos comunitarios, ocupados por grupos sociales humildes, gente de baja condición social que no puede costearse una vivienda independiente. Se trata de viviendas colectivas, con locales en las estancias bajas y patios de interior, que recuerdan mucho a los corrales o corralones de artesanos de hoy día. Pero, aun siendo un patrón constructivo susceptible de albergar en sus estancias talleres y viviendas afines a nuestro sector metalúrgico, el poco conocimiento sobre este tipo de construcciones en la Baética, y en Hispania en general, impide confirmar plenamente su presencia, y más aún relacionar este tipo de edificación con la producción artesanal local de nuestras ciudades hispanorromanas.

Sobre el uso de las tabernae se sabe de su vinculación con las actividades artesanales y comerciales pero se desconoce si tuvieron algún uso habitacional. En determinadas viviendas del imperio la parte trasera o superior de las tabernas se concebían como morada de los explotadores de dichas áreas, en cambio, los escasos datos que tenemos en la Baetica nos impiden saber si éstas, además de tener un carácter económico, tuvieron una función residencial²⁵³. Tampoco sabemos si algunas de estas dependencias mantenían una conexión directa con la casa a la que pertenecían o si, por el contrario, estamos hablando de una

²⁵³ *Ibíd.*, p.629.

separación de espacios y por tanto una desvinculación física de la vida laboral y la doméstica.

Un caso singular es la Casa número 2 de Munigua, en la cual se documenta la presencia de tiendas conectadas directamente con la vivienda, y en las que se venden los productos manufacturados en la misma residencia como evidencia la presencia de una prensa de aceite en la parte trasera.²⁵⁴

Este ejemplo de Munigua bien puede extrapolarse a casos relacionados con la producción artesanal en metal. Disponemos de un hallazgo relevante, en este particular caso se trata de una actuación arqueológica estudiada en nuestro país vecino, Francia: un centro de producción artesanal en el cual apreciamos claramente las cualidades constructivas, la disposición de medios y la distribución de espacios de trabajo de este tipo de talleres, facilitándonos una idea clara de cómo pudieron ser y donde la actividad metalúrgica supone el núcleo de su existencia:



129. Taller de bronce de La porte du Rebout. Maqueta de restitución (escala 1/10) realizada a partir de los datos de la excavación en el lugar y expuesta en el museo de Bibracte, Saône-et-Loire, Francia.

Es posible recomponer, gracias a un gran número de elementos analizados, el estado del presente taller y su rango de producción. En una construcción de tierra y madera, cerrado y abierto, una pieza, dividida en función de la etapa de fabricación, agrupa todas las fases de trabajo. La organización del espacio es la siguiente: hacia el lado de la calle, los artesanos martillean, recalientan y acaban; en el lado opuesto, almacenan y preparan las ceras y los moldes; un

²⁵⁴ Ibídem.

mostrador de venta se puede haber abierto hacia la calle. El fondo de la pieza se dedica a la fundición; su ubicación, ligeramente excavada, proporciona un sitio protegido del aire y poco iluminado y el suelo es negro como producto al carbón de madera. Esta zona está adaptada a las temperaturas que condicionan el éxito de las coladas de metal en los moldes. El espacio de trabajo de aproximadamente 30 m², y su partición en función de las etapas de fabricación, invita a proponer una división del trabajo en el taller. Con cada uno de los cuatro puestos ocupado por obreros especializados en el taller (moldeado, fundición, martilleado, acabado), la producción en serie puede resultar muy eficiente. En este espacio, cuatro o seis personas, de las cuales una o dos son aprendices a quienes se transmiten los conocimientos, pueden haber producido miles de fíbulas al año.

(...) el taller, que se localiza en un barrio artesanal, es un pequeño espacio –y no una gran ‘fábrica’- habilitado en una construcción, parte de la cual era de uso doméstico.²⁵⁵

En cuanto a la localización de este tipo de espacios con respecto a la urbe romana, creemos que su actividad transcurría tanto entre los muros de la ciudad como extramuros, en las anexionaciones al cuerpo principal de la ciudad surgidas de su expansión. *La experiencia en el trabajo de campo nos sugiere que estos talleres (officinae) formaban parte de un artesanado urbano, puesto que en las ciudades antiguas de nuestro territorio, se han hallado siempre restos de fundición, que ponen en evidencia la existencia de algún taller, no sucediendo lo mismo en las villae excavadas. J. Arce, sin embargo, opina que este tipo de artesanado se puede encontrar también en algunas instalaciones rurales del Bajo Imperio²⁵⁶.* El Dr. D. Juan Francisco Rodríguez Neila expone interesantes argumentos en defensa del carácter urbano, por norma general, de estos espacios y además defiende un modelo de taller de pequeña envergadura frente a un modelo de artesanía más industrial:

Aunque muchos objetos pudieron ser obtenidos a través de una producción doméstica de carácter autárquico, en esencial en las áreas rurales y concretamente en las villae, el amplio número y variedad de artesanos sugiere una preferencia, al menos en los núcleos urbanos, por los artículos hechos por encargo en pequeños talleres. Algunas de estas industrias exigían abastecimiento seguro y cercano de materias primas y combustible, para no encarecer demasiado la producción. Zonas con proverbial riqueza minera, buenos puertos marítimos y vías fluviales accesibles hasta el interior, como Levante o la Bética, podían reunir algunas de esas condiciones. En todo caso, como señala Morel (1991, 259 s.), lo que ni las fuentes literarias o epigráficas acreditan, la importancia, vitalidad y alto nivel de producción del artesanado romano, lo demuestra la enorme cantidad de productos que fueron entonces manufacturados y comercializados, cuyos restos continuamente la Arqueología desvela ante nuestros ojos.

Gran parte de esos artículos debieron ser hechos en pequeños talleres, y a menudo la función de productor y vendedor irían unidas en la misma persona. (...)

²⁵⁵ PERNOT, Michel. Técnicas del metal, artesanos y talleres en las sociedades antiguas: de la edad del bronce final al periodo romano en la Europa occidental, pp. 347-348.

²⁵⁶ MEZQUÍRIZ IRUJO, M^a. Ángeles. Catálogo de bronce romanos recuperados en el territorio de Navarra, p. 2.

Que los habitantes de Roma, como los de Pompeya, preferían artículos hechos por encargo en pequeños talleres, viene indicado por el amplio número de artesanos independientes que aparecen en las inscripciones funerarias (Loane, 1938, 63 s.) Si en Roma hubieran operado grandes talleres de fundición o calzado, difícilmente tendríamos noticia de pequeños artesanos en tanta cantidad. (...)

Siendo todo esto evidente en la capital del Imperio, donde habría existido más fácil salida para la producción de grandes talleres, el régimen de pequeñas officinae y tabernae, a menudo de estricto carácter familiar, debió de ser lo más frecuente en las ciudades provinciales, (...)

En tales locales muchos artesanos atenderían las necesidades bien conocidas de una limitada y accesible población, asentada en el oppidum central del territorio, vendiéndoles sus productos directamente. Aunque podían igualmente incrementar su actividad para responder con sus “stocks” a la demanda de las áreas rurales, (...). O en el caso de artesanos que gozaran de especial reconocimiento profesional, podían asumir encargos excepcionales (proyectos oficiales, actos evergéticos) atendidos directamente o a través de operarios dependientes, bien familiares, libres contratados o personal servil, según fuera el nivel material del taller.²⁵⁷

De nuevo se pone en valor la capacidad de estos espacios-taller para abastecerse de todos los recursos necesarios para un oficio como la fundición, así como la coexistencia de actividades productivas con la venta directa al público.

²⁵⁷ RODRÍGUEZ NEILA, J. Francisco, et al. *El trabajo en la Hispania romana*, p.107-108.



130. *Cervatillo de Madinat al-Zahra*. Esta figura zoomorfa probablemente servía de surtidor de fuente, adornando los jardines de al-Zahra y se conserva en el Museo Arqueológico de Córdoba.

2.5.3. *En un rincón de la ciudad hispanomusulmana.*

Pero el aire amable de la sociedad imperial romana, la vida cultivada, impensable sin arte, los coleccionistas particulares, los connoisseurs, el esnobismo artístico, todo esto desapareció cuando sobrevino la decadencia y la destrucción de Roma...; pronto se olvidó la nueva posición del artista y éste fue rebajado de nuevo al modesto rango de artífice y artesano.²⁵⁸

A pesar del concepto de decadencia artística que envuelve a este periodo histórico, y las limitaciones estéticas que, derivadas de imposiciones religiosas, se le han supuesto al arte islámico, un buen número de bronce de carácter zoomórfico han sido hallados en diferentes regiones del mediterráneo. Estos hallazgos dan buena cuenta del dominio que sobre el oficio alcanzaron los talleres islámicos en España durante su Edad Media, despertando nuestro interés al revelarse como auténticos expertos en la técnica del bronce a la cera perdida. *La investigación sobre los bronce zoomorfos islámicos de época medieval se relaciona estrictamente con los primeros estudios dedicados a la producción artística islámica. Uno de los primeros centros de producción de escultura en bronce durante los siglos de formación del arte islámico fue Irán, gracias a la pervivencia de la tradición toréutica sasánida, continuada por la escuela de Khurasan, región de Irán oriental muy rica en cobre.²⁵⁹*

Pronto las técnicas allí desarrolladas se transmitirían a Iraq gracias a la formación de la escuela de Mossul, y luego a Siria y Egipto.

De los bronce de origen egipcio se conoce bastante poco, aunque obras como los ciervos del Museo Etnológico de Múnich y del Museo di Capodimonte en Nápoles se consideren fatimíes por su tendencia al realismo y sus formas más fluidas, diferenciándose de esculturas consideradas por la crítica como de procedencia hispana o iraní, cuyas formas son más abstractas y decorativas.²⁶⁰

Vemos cómo, al igual que en otras regiones del mediterráneo, esos conocimientos llegan a los talleres de la península ibérica, donde germina un estilo de formas sintéticas, de ornamento minucioso, que terminan por definir la personalidad de uno de los centros más avanzados en lo que a producción de bronce islámicos se refiere: Al-Ándalus. Con un artesanado estable y creciente, que destaca en época califal y durante los reinos de taifas, pudo incluso preceder a los centros egipcios. Si bien, el Dr. D. Géza Fehérvári mantiene la hipótesis de que no se puede hablar de producción original de bronce en el Occidente Islámico antes de la formación del gobierno fatimí en Egipto, otros autores no comparten

²⁵⁸ WITTKOWER, Rudolf y Margot. *Nacidos bajo el signo de Saturno. Genio y temperamento de los artistas desde la Antigüedad hasta la Revolución Francesa*, p. 19.

²⁵⁹ ANEDDA, Damiano. Bronce zoomorfos islámicos en Italia. *Anales de Historia del Arte*. 2012, Vol. 22, Núm. Especial (II), p. 42.

²⁶⁰ *Ibidem*, p.41.

este punto de vista. La Dra. D^a Cynthia Robinson, por ejemplo, afirma que *varias esculturas zoomorfas en bronce parecen probar que en Al-Ándalus existió una tradición distinta de metalistería que precedería e influiría a la escultura en bronce de época fatimí* ²⁶¹ del norte de África, una tradición que tendría su epicentro en Córdoba, la capital del Califato, donde operarían talleres especializados dando salida a una producción muy ligada al ámbito palatino. Este sector dedicado a la escultura en metal evidenció síntomas de buena salud y crecimiento incluso en periodo de crisis:

No podemos hablar de decadencia de la producción artística vinculada a la crisis y caída del Califato cordobés. Ésta, por el contrario, tuvo un estímulo inesperado con la formación de los reinos de taifas, ya que a las capitales de los nuevos reinos llegaron artesanos que hasta entonces habían trabajado en los talleres palatinos cordobeses. Es muy probable que otros talleres o artesanos independientes huidos de Córdoba empezaran a realizar productos susceptibles de ser comercializados en mercados locales y foráneos. En nuestra opinión, bronce como el aguamanil de Cagliari, así como los del Louvre y Davos, fueron fundidos por estos artesanos entre finales del siglo X y principio del XI en una zona de la Península Ibérica difícil de identificar geográficamente, para ser vendidos en rutas comerciales terrestres y marítimas. ²⁶²

Con respecto a la comercialización de este tipo de escultura, en época medieval se contemplaba, además de la circulación por vías bien planificadas de comercio, el tráfico de estas mercancías artísticas a consecuencia de los expolios o saqueos originados por las guerras. *Un ejemplo sería el grifo del Museo dell'Opera del Duomo de Pisa, que según Monneret de Villard llegó a Pisa, junto con el capitel califal del Museo dell'Opera del Duomo de Pisa, como parte del botín obtenido por los pisanos durante el saqueo de Almería en 1089.* ²⁶³

De nuevo, los escasos indicios materiales en torno a las edificaciones hispanomusulmanas vinculadas a la producción de bronce dificultan notoriamente la investigación e impide que podamos llegar a una imagen clara y sólida del taller andalusí. *Los relatos históricos, aún los escritos con arte literario, no consiguen dar idea del dramático tránsito de la España romana a la medieval. Redactan sus obras muchos historiadores en el silencio de archivos y biblioteca, inclinados sobre textos y documentos, sin dirigir la mirada al escenario en el que se realizó el acontecer humano por ellos estudiado, ni a las huellas materiales que de él a veces se conservan. No creo que en ninguna Historia general de España o en monografías referentes a los primeros siglos de nuestra Edad Media se aluda en forma detallada a las ruinas sepultadas de las ciudades romanas o musulmanas con frecuencia asentadas en el solar de las*

²⁶¹ Ibídem, pp.43-44.

²⁶² Ibídem, p.55.

²⁶³ Ibídem, p.44.

de hoy²⁶⁴. A pesar de todo, estamos convencidos de la presencia de artesanos próximos a ese perfil que venimos analizando a lo largo de nuestro proyecto.

Con respecto a la procedencia de estos operarios, puede que no estemos ante especialistas autóctonos, originarios de Al-Ándalus, tal vez viniesen del extranjero. Por ejemplo, se sigue discutiendo el hecho de que algunas obras pudieron ser labradas, entre los siglos X-XI en España, por especialistas de origen sirio o egipcio llegados a Córdoba expresamente para realizar este tipo de piezas²⁶⁵. Pero al margen de quien ejerciera su oficio en estos espacios de trabajo, si fueron artesanos de origen hispano, sirio, iraní o egipcio, lo cierto es que piezas como el Ciervo de Córdoba o el Pavón del Louvre dan buena cuenta de la subsistencia de talleres locales en nuestra región.

El caso del pavón del Museo del Louvre en París es interesante: Éste fue estudiado por Bautier, quien basó sus análisis sobre las inscripciones en latín y árabe incisas en el pecho del pavón. La primera le permitió datar la pieza en el año 972. La inscripción árabe, "amal 'abd al-Malik al-nasrani", traducida como «obra de Abd al-Malik el cristiano», según Bautier sugiere como lugar de producción del bronce la España árabe. No tendría sentido utilizar el apelativo "el cristiano" en las tierras de la Península reconquistadas por los reinos del norte, pero sería muy adecuado en Al-Ándalus, por la presencia de varias comunidades de mozárabes. Si se aceptan las hipótesis de Bautier, se pueden considerar andalusíes también los bronce de Davós y Cagliari. El parentesco entre ambos es indudable²⁶⁶.

Las comunidades cristiana y judía convivieron a menudo con la musulmana en la ciudad andalusí, gozando de cierta autonomía y en cierta forma conservaron su religión, sus costumbres, sus leyes y cierto autocontrol, eso sí pagando tributos especiales a las autoridades islámicas. Si en los medios rurales había aldeas enteras pobladas por mozárabes, en las ciudades vivían unas veces mezclados con el resto de la población y otras en barrios o arrabales independientes -las *mozarabías*- dentro o fuera de la medina²⁶⁷. Más frecuente, sin embargo, es encontrar a la comunidad Judía separada de los musulmanes, en barrios y arrabales casi exclusivos, como puede deducirse de las siguientes palabras del Dr. D. Leopoldo Torres Balbás:

*Apartadas de las calles de tránsito de la urbe islámica, las juderías formaban núcleos aislados en su interior, con uno o pocos ingresos. Su trazado urbano era semejante al del resto de la ciudad musulmana: calles de gran angostura y abundancias de las sin salida, provistas de puertas para cerrarlas de noche, es decir, adarves.*²⁶⁸

²⁶⁴ TORRES BALBÁS, Leopoldo. *Ciudades Hispanomusulmanas*. Tomo 1. Madrid: Instituto Hispano-Árabe de Cultura, 1970, p. 21.

²⁶⁵ ANEDDA, Damiano. Bronces zoomorfos islámicos en Italia. Op. cit.

²⁶⁶ Ibídem, p. 52.

²⁶⁷ TORRES BALBÁS, Leopoldo. *Ciudades Hispanomusulmanas*, pp. 197-198.

²⁶⁸ Ibídem, p. 208.

Todo esto generó un mosaico único en lo que a planificación urbanística se refiere en las ciudades hispanomusulmanas de Al-Ándalus. Un marco constructivo a la par caótico y orgánico sobre el que intuir los posibles emplazamientos del taller hispanomusulmán, así como los tipos edificación más comunes en estos casos. En las ciudades islámicas identificamos varios espacios dedicados al comercio y la producción artesanal donde podemos situar nuestro taller. D^a M^a del Carmen Jiménez Roldán opina que el estudio sobre estos espacios es poco profundo pues, sin menospreciar su importancia, en general se analizan conjuntamente con otros aspectos de la ciudad hispanomusulmana, generando una visión más global que específica de ellos. Una carencia mayor si focalizamos el análisis hacia puntos tan concretos como el perfil constructivo de los talleres encargados de albergar actividades artesanales relacionadas con la fundición.

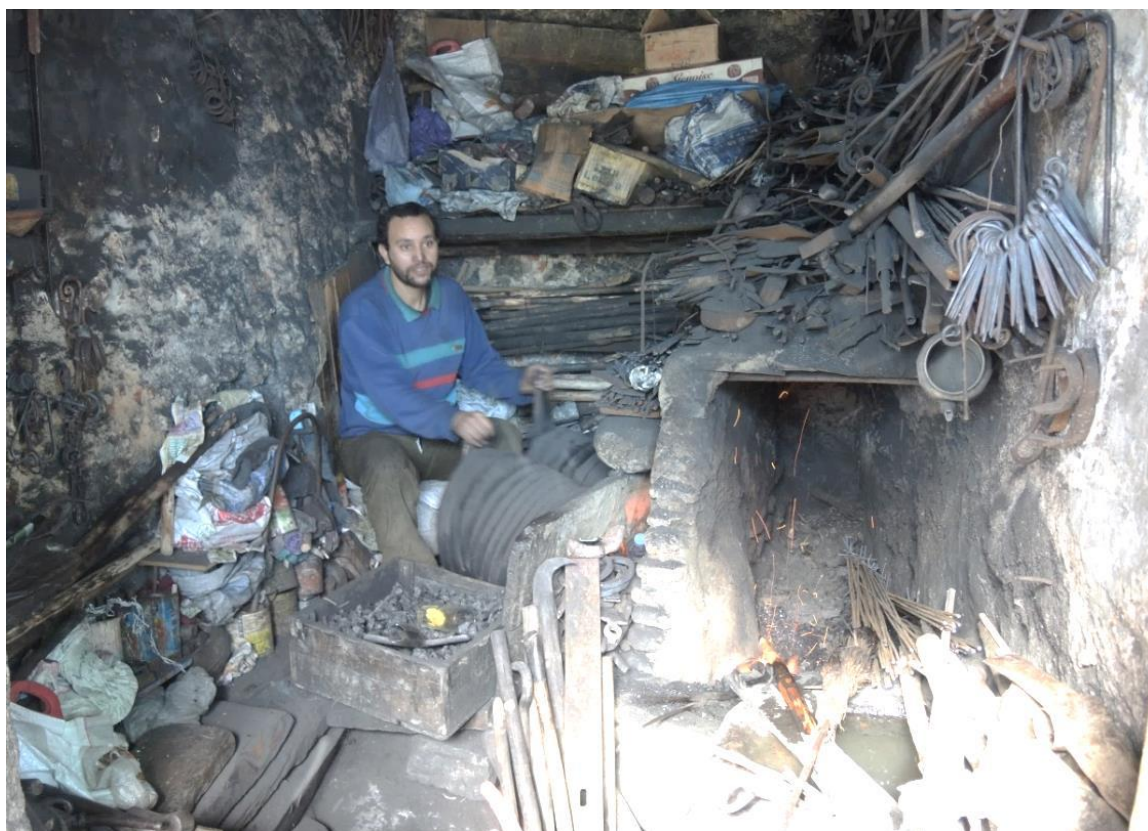
Integraban medina y arrabales barrios de muy desigual extensión, reducidísimos con frecuencia, formados a veces por una sola calle a los que daban ingreso puertas cerradas durante la noche. Cada arrabal y aún cada barrio de alguna extensión, formaba, a semejanza de la medina, como una pequeña ciudad independiente, organizada en torno a una mezquita, con zocos, tiendas, alhóndigas, baños y hornos. Únicos elementos de unión de la ciudad así fragmentada eran la cerca general y la mezquita mayor, situada en la medina, a la que los fieles debían acudir los viernes a la oración, y los lugares de comercio en torno.

Por las calles que concurrían a la mezquita mayor extendíanse también los zocos y el comercio de mayor importancia, y en las inmediaciones aquélla estaba la alcaicería y numerosas alhóndigas-posadas, destinadas a alojamiento de los comerciantes foráneos y a almacén y lugar de venta de sus mercancías.²⁶⁹

Defendemos la presencia de estos talleres bien integrados en la ciudad, pues a pesar de conocer que algunas industrias, como la de curtidos y alfarerías, se localizaban en la periferia, fuera de la medina, próximas a lugares bien abastecidos de agua²⁷⁰, no creemos que fuese el caso del escultor-fundidor y su taller, pues, a fin de cuentas, éste no precisaba de mucho, como tampoco precisó de gran cosa el artesano hispanorromano y como tampoco precisan de mucho las modestas herrerías o metalisterías que aún hoy encontramos en algunas ciudades de Marruecos.

²⁶⁹ Ibídem, p. 129-130

²⁷⁰ Ibídem, p. 131.



131. Artesano aviva su forja mediante fuelles en un pequeño taller de Chefchaouen, Marruecos,

El escultor-fundidor islámico bien podría ejercer su trabajo en un arrabal extramuros o integrado en los zocos de la medina, próximos a la *mezquita mayor*, en un *obradores* de reducidas dimensiones, donde las limitaciones físicas dificultarían el acceso al taller incluso a los compradores, exclusivo entonces del artesano por lo ajustado que resultaría el espacio útil del lugar. Dentro, una única estancia donde se encontraría un hogar u horno de fundición simple, tal vez algo elevado del suelo mediante un túmulo de mampostería de piedra o ladrillo, alimentado por carbón -vegetal o mineral- y junto a él un fuelle de cuero, de accionamiento manual, con el que avivar el fuego. Tras la fundición, el artesano acabaría las piezas en frío, bruñendo y cincelandos con paciencia y suma destreza cada una de las esculturas, dando ese toque andalusí a la superficie de la obra con magníficos labrados de corte geométrico. Finalmente las expondría al público a pie de calle. No podemos ni confirmar ni desechar la idea de que en algunos casos el oficio se ejerciese dentro del complejo habitacional del artesano. Cabe la posibilidad de que la actividad artesanal se llevase a cabo en un punto distinto al lugar de su venta y que aunase las funciones de espacio de trabajo y vivienda. Nos cuenta el Dr. D. Leopoldo Torres Balbás, por ejemplo, que en las juderías abundaban los corrales, (...) *es decir, patios con entrada única y viviendas en*

torno, persistentes en las juderías de las ciudades cristianas; disposición muy favorable al aislamiento y seguridad de sus moradores²⁷¹; espacios más que apropiados para llevar a cabo este tipo de actividades, y que nos hacen pensar -como lo hicieron las insulae- en esos corrales de artesanos que aún encontramos en muchas ciudades españolas.

Sin bien, el tipo de taller localizado en la medina o arrabales aledaños abastecería a un consumidor poco proclive a adquirir piezas escultóricas, más propenso a demandar productos propios del hogar, sencillos y utilitarios. Pensemos que el islam no permite un culto doméstico como el que practicaba el ciudadano hispanorromano en su vivienda, lo cual supone un notorio descenso de la producción escultórica de carácter religioso a nivel privado. La riqueza escultórica en metal fundido generada en España durante el dominio musulmán se encuentra -como hemos comprobado por las piezas citadas- entre los enseres del hogar; aguamaniles, surtidores de fuentes, pequeños candiles... y no precisamente del ciudadano medio. *Conocida es la habilidad del artista musulmán para dotar de la más alta calidad estética cualquier objeto útil de la vida cotidiana: el surtidor tomará la forma de un ciervo; la válvula que da paso al agua adoptará la forma de un grifo y de ahí su nombre actual; el incensario o quemador de perfumes se hará en forma de paloma. Pues bien, entre todos estos utilitarios objetos, los realizados en bronce tuvieron un extraordinario desarrollo desde los primeros tiempos del Islam. Del mismo modo que las culturas del antiguo Oriente favorecieron el uso de las obras en bronce con fines prácticos y, a veces, simbólicos, el islam llegó a convertirlos en objetos de lujo debido a la prohibición religiosa de usar vajillas de oro y plata*²⁷².

Se trata de satisfacer a una élite social que, a pesar de las restricciones iconográficas y religiosas, no desea privarse de la escultura, lo cual nos hace pensar en otro emplazamiento para el taller del escultor-fundidor: los palacios. *La construcción de un palacio o de una almunia en las afueras de una ciudad, en torno de los cuales se levantaban otros edificios, era causa frecuente de la formación de nuevos arrabales*²⁷³. Estos palacios bien podían albergar a un artesanado especializado entre sus estancias, lo que daría sentido a las palabras -transcritas casi al comienzo de este apartado- del Dr. D. Damiano Anedda, quien mencionaba la movilidad por parte de artesanos pertenecientes a talleres palatinos cordobeses y artesanos independientes huidos de Córdoba durante la división del califato²⁷⁴. Se trata claramente de una división intencionada entre talleres locales integrados en la medina cordobesa y talleres serviles anexionados a un palacio.

²⁷¹ Ibídem, p. 208.

²⁷² CÓMEZ RAMOS, Rafael. El pebetero en forma de paloma del museo de arte islámico de Berlin. En: *Laboratorio de Arte: Revista del Departamento de Historia del Arte*, 2000, Nº. 13, p. 323.

²⁷³ TORRES BALBÁS, Leopoldo. *Ciudades Hispanomusulmanas*, p. 180.

²⁷⁴ ANEDDA, Damiano. Bronces zoomorfos islámicos en Italia, p. 55.

2.5.4. *El taller se especializa y la figura escultor-fundidor se disgrega.*

A medida que avanzamos en la historiografía de nuestro campo varios factores lastran nuestra voluntad de encontrar espacios parecidos a ese taller, definido desde los comienzos del proyecto, donde ejerciese su actividad el escultor. Venimos mencionando la falta de datos arqueológicos, necesarios para una reconstrucción veraz del lugar, que permitan conocer su perfil constructivo a nivel estructural y organizativo. Ante todo, pruebas materiales que acrediten con solidez su existencia, y su actividad, dentro de la ciudad medieval hispana. La escasez de evidencias crece exponencialmente a medida que se incrementan los números romanos en la documentación consultada. En cierto modo, sentimos cómo nuestro taller se desvanece entre la documentación que pasa por nuestras manos.

Pensamos que la inexistencia aún en los territorios hispanomusulmanes de un sistema de organización socio-económica como el que terminará por instaurarse siglos más tarde -los Gremios- salvaguarda, y en cierto modo favorece, la presencia del escultor-fundidor entre sus círculos o núcleos artesanales. Estamos convencidos que la organización de éstos difiere bastante de las mencionadas corporaciones gremiales y defendemos, como propone el Dr. D. Eduardo Escartín, que (...), *ante el silencio de las fuentes, es obligado seguir las observaciones de Baer, y concluir en la no existencia de organizaciones artesano-corporativas en el mundo musulmán antes del siglo XV*²⁷⁵. Es cierto que se asignaba funciones fiscales y judiciales a un *amīn*, experto o “*persona de confianza*”, con conocimientos del oficio, persona que resolvería litigios internos, ahorraría trabajo a otras autoridades públicas o simplemente vigilaría los zocos, evitando fraudes y en definitiva ejerciendo cierto control de calidad sobre productos y de eficiencia en transacciones²⁷⁶. Existía un control del sector comercial en el conjunto de la ciudad musulmana, pero no se trataba de velar en exclusiva y mediante una institución particular por los intereses de cada familia artesanal u oficios sectorizados.

Pronto se avanzará hacia la organización gremial: aumentarán los pactos entre el artesanado, se endurecerán el control y las medidas de regulación de las prácticas artesanales, empezarán a fijarse precios para muchos de esos productos manufacturados artesanalmente, se dificultará o restringirá el ejercicio de una actividad a aquellos artesanos no agremiados, se limitará la enseñanza del oficio a miembros y familiares del gremio²⁷⁷... Y se comienza a observar una tendencia hacia la división entre actividades de un mismo campo. En este sentido, el Dr. D. José Antonio Aguilar expone en su tesis algunos de los cambios sufridos por el taller en materia de instrucción o enseñanza. Un sistema didáctico

²⁷⁵ ESCARTÍN GONZÁLEZ, Eduardo. Gremios y Feudos en Al-Andalus. Gremialismo y Feudalidad en la Sevilla Almorávide. En: *V Encuentro Ibérico de Historia del Pensamiento 2007*, p. 19. [En línea] [Consultado: 25/05/2017] Disponible en web: http://personal.us.es/escartin/Gremios&Feudos-en-al_Andalus.pdf

²⁷⁶ *Ibíd.*, p. 18.

²⁷⁷ *Ibíd.*, p. 9.

que diferirá considerablemente de las prácticas formativas que se venían dando en los talleres de condición más modesta previos a la organización gremial. En estos últimos, *el titular disponía de un par de aprendices y algún oficial y donde la formación tendía a ser más completa, debido a que el discípulo iba progresivamente tocando todas las parcelas de la creación artística en bronce. La estructura del gran taller, condicionada por un contrato con unos plazos más o menos estrictos, incluso en algún caso bajo pena, tendían cada vez más a la especialización en las actividades, con lo que se conseguía una mayor rentabilidad en la realización tiempo/calidad, pero traía consigo como consecuencia negativa una educación fragmentaria*²⁷⁸.

Qué duda cabe que tal tendencia también terminaría por afectar a la concepción del propio taller como espacio físico. Además, en la siguiente cita, junto a la división por especialidades, se advierte de la separación observable entre las labores de escultor y las de fundidor:

Anteriormente la obra escultórica en metal no estaba dissociada del escultor, y cuando una escultura se atribuía a un artista se entendía que éste era su autor material, hecho que no tenía por qué acontecer desde la baja Edad Media.

*Con la creación de los gremios ya aparece bastante más claro la profesionalización de los que se dedican a la fundición de metales. Los testimonios históricos más reconocidos y constatados de este tipo de especialistas se agrupan según las tipologías de sus prácticas ya sean fundidores de calderos, cañones, campanas, puertas, pilas bautismales, etc. Estos van a ser los técnicos que van auxiliar a los escultores de estos momentos para la construcción de sus obras*²⁷⁹.

Es decir, estos cambios en la estructura organizativa de las profesiones, que tendrá su momento de consolidación en el Renacimiento, al igual que trasforma notoriamente el sistema de enseñanza y aprendizaje de la escultura, cambiará igualmente la manera de concebir el taller de un escultor. Conjuntamente a la compleja situación sociocultural y económica advenida sobre el artesanado medieval y *post-medieval* y sobre su espacio de trabajo, se suma la compleja tarea de encontrar artistas o artesanos que personifiquen en sí las facetas de escultor y fundidor, ejerciendo ambas funciones por igual y en un mismo espacio de trabajo. En el siglo XIX parece no quedar rastro de ellos. El escultor-fundidor da síntomas avanzados de ser una figura en periodo de extinción. Incluso un personaje tan emblemático para nosotros como lo es el Maestro Benvenuto Cellini, quien se responsabilizó por completo de la creación y materialización de gran parte de sus obras, se podría considerar un espécimen poco convencional ya en su tiempo. Años antes incluso, el humanista Pomponio Gaurico, a pesar de ser reconocido como escultor y bronceista, dejaba entender en su tratado “Sobre la escultura” (1504)²⁸⁰ que la auténtica labor del escultor quedaba demostrada en la materialización en barro o cera de la pieza escultórica y que

²⁷⁸ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*. pp.40-41.

²⁷⁹ *Ibíd*em, pp. 40-41.

²⁸⁰ GAURICO, Pomponio. *Sobre la Escultura*. AZOFRA, M^a Elena (trad.) Madrid, 1989: Ediciones Akal.

procesos posteriores como el vaciado en bronce representan una fase más artesanal y mecánica que puede confiarse a fundidores profesionales como artilleros o campaneros²⁸¹.

*Ahora deberíamos hablar de otra parte, que hemos denominado χημική o fundición; pero como es un trabajo sucio e indigno, si os parece bien, lo omitimos. (...) Chemiké- es el nombre que recibe este arte infame y muy extendido en todas las épocas, que se ocupa de la transformación de los metales; vamos a dividirlo en dos partes: la confección de moldes y el vaciado de los metales. (...) Yo os diría qué hay que tener en cuenta para el primer revestimiento, el segundo y el tercero, de qué forma hay que apretar después el molde con las ataduras de hierro y cómo hay que cocerlo y recubrirlo, si no fuera mejor que viérais todo el proceso en lugar de oírlo; pero creo que ya conocéis los talleres de los forjadores de maquinaria bélica y campanas.*²⁸²

Unas líneas más adelante, Pomponio responde a uno de sus interlocutores, quien le pregunta directamente por qué considera “infame” el arte de la fundición. Primero cuenta una versión algo más historicista de lo habitual sobre la naturaleza del vellocino de oro; en esa leyenda no se considera reliquia griega a la piel del alígero Crisomallo sino a un libro que alberga en sus hojas de piel de carnero los grandes secretos de la Orfebrería y que fue destruido por el emperador Diocleciano, quién temía una sublevación contra el dominio romano por parte del pueblo egipcio si éste se enriquecía a costa de tales conocimientos. Tras esta breve historia Pomponio responde:

*Esta es la razón por la que este arte se ha considerado siempre claramente deshonesto; y actualmente se ha convertido en una infamia mucho mayor, arte traidor que ha reducido a la mendicidad a muchos que ya se veían como reyes.*²⁸³

Uno de los pasajes más conocidos del polifacético Maestro Benvenuto en su tratado²⁸⁴ y en su “Vida”, es el concerniente a la fundición del Perseo, donde describe con bastante detalle el momento de la colada, el riesgo al que estuvo sometido todo el proceso y el esfuerzo, casi sobrehumano, de todos los implicados, sobre todo del propio Maestro, para salvar el trabajo. Pero es en su obra más autobiográfica, “Vida”²⁸⁵, donde el artista nos narra más extensamente su situación personal y profesional. Podemos observar en algunos pasajes de su



132. Busto de bronce del Maestro Benvenuto Cellini colocado en el Ponte Vecchio de Florencia, Italia.

²⁸¹ Ibídem, pp. 238-239.

²⁸² Ibídem, pp. 251-252.

²⁸³ Ibídem, p. 259.

²⁸⁴ CELLINI, Benvenuto. *Tratado de Orfebrería, Escultura, Dibujo y Arquitectura*. CALATRAVA ESCOBAR, Juan (trad.) Madrid, 1989: Ediciones Akal.

²⁸⁵ CELLINI, Benvenuto. *Vida*. GÓMEZ OLIVER, Valentí (trad.) Madrid, 2006: Alianza Editorial.

lectura que son en gran parte su orgullo y su interés personal los que lo llevan a fundir personalmente varias de sus piezas, que no su obligación como escultor:

Yo ya había terminado la figura de la gran Medusa, como he dicho; le había puesto un armazón de hierro; después, la hice de barro, como de anatomía, y adelgazada medio dedo, la cocí muy bien; luego le puse la cera encima y la terminé de la manera que yo quería. El duque, que la había venido a ver varias veces, tenía tanto miedo de que no me saliera bien en bronce, que hubiera deseado que llamara a algún maestro para que la fundiese.²⁸⁶

De fragmentos como éste deducimos que ya entonces era habitual recurrir a otros operarios durante parte de la creación escultórica, sesgándose el proceso de materialización de una obra. Al margen de quedar demostrada la valía del Maestro Benvenuto como fundidor al encargarse personalmente de la Medusa -y anteriormente con un retrato del Duque- su excelencia se preocupa e insiste cariñosamente para que el Maestro delegue la tarea de fundir el resto de la escultura en otros especialistas.

En otro episodio de su “Vida”, ahora en Francia y años antes de enfrentarse al Perseo, el Maestro Benvenuto encarga a unos fundidores, ajenos al arte de la escultura, que se ocupen de pasar a bronce un Júpiter de gran tamaño, realizado en barro, que había servido previamente de modelo para una escultura en plata. El Maestro florentino, no conforme con la actitud y la manera de proceder con los moldes de fundición de los operarios con los que había firmado contrato, elaboró dos bustos de tamaño natural, preparó los moldes a la manera italiana y los enterró en el mismo foso de colada dispuesto para cobijar el Júpiter, para que recibieran el mismo caldo. Tras una ilusionante colada y una vez enfriado el metal, las piezas fueron liberadas de su envoltura y salió a la luz el buen hacer del Maestro frente a los supuestos expertos²⁸⁷.

Por ello, no en balde el Maestro advierte claramente en un momento de la redacción de su tratado:

A menudo quienes hacen las figuras llaman en su ayuda a maestros astilleros que, cuando sucede alguno de estos eventos terribles que en el arte son posibles, son causa, al no poseer tales experiencias, de que se pierdan en vano estos esfuerzos. Como me hubiera ocurrido a mí, que podría haber echado a perder la fundición de mi Perseo cuando, al ocurrirme una de estas adversidades, los llamé para pedirles consejo y los encontré tan falsos de inteligencia (...)²⁸⁸

Resultan interesantes algunas referencias sobre los espacios en los que habitó y trabajó el Maestro Benvenuto. Por ejemplo, al amparo del monarca Francisco I de Francia disfrutó

²⁸⁶ Ibídem, p. 424.

²⁸⁷ Ibídem, pp. 350-352.

²⁸⁸ CELLINI, Benvenuto. *Tratado de Orfebrería, Escultura, Dibujo y Arquitectura*, p. 164.

parte de un castillo, *el pequeño Nello*, como el Maestro lo llama²⁸⁹ -tal adquisición, por desgracia, trajo consigo altercados desagradables con sus antiguos inquilinos-. En Florencia ocupó un espacio algo más modesto, una casa provista de una zona exterior -o huerto- donde instalará su taller. También se trasladará para labores modestas, para trabajar en piezas de orfebrería principalmente, a las estancias disponibles en el palacio de su protector, Cosme I de Médici, el cual -siempre según nos cuenta el Maestro Benvenuto- disfrutaba grandemente de su compañía y de su arte, por lo que deseaba tenerlo cerca. Es propio del Maestro, hacernos saber que se hizo cargo -o supervisó personalmente la construcción y organización de sus talleres. Es fácil encontrar fragmentos sobre su implicación al respecto. También en la preparación de hornos u hornillos para el trabajo de la fundición.

De regreso a territorio español, durante nuestro renacimiento encontramos muy pocos casos de escultores que ejerciesen la fundición personalmente en su taller. Si nos acercamos a las fuentes escritas, por ejemplo a Juan de Arfe en su tratado de 1585, o las “Conversaciones sobre la escultura” de Celedonio de Arce y Cacho publicada en 1786, vemos que el enfoque planteado para la formación de un artista del momento se aleja considerablemente de nuestros objetivos. Estos testimonios no son nada significativos en lo que a la situación del taller de escultor, y a la figura del escultor-fundidor, se refiere. Como decimos, más bien se aprecia un distanciamiento claro entre esas funciones, pues si atendemos a las palabras del *Padre* justo al comienzo de las “Conversaciones sobre la escultura” de Celedonio, el artista ha de disponer de una formación básica en Latín, Filosofía, Aritmética, Geometría, Simetría, Anatomía y Perspectiva, antes de encaminarse a la aventura que supone la creación escultórica²⁹⁰. Como advierte ya el Dr. D. José Antonio Aguilar, la fundición artística sólo es mencionada de soslayo²⁹¹, es más, cuando se habla de ello se describe tan solo la fase del modelo en cera o barro sobre el que se hará el vaciado, y acto seguido se hace referencia al acabado y pulimentado de la pieza, las fases de moldeo y colada de metal son obviados²⁹².

También en la España renacentista se implanta el *Gran Taller*, llegado de la mano de escultores como el maestro italiano Pompeo Leoni, hijo del maestro Leone Leoni, escultor de Carlos V. La fundición ya no forma parte ineludible de la formación de un escultor renacentista. El escultor-fundidor se descompone, se divide y surge una nueva situación,

²⁸⁹ CELLINI, Benvenuto. *Vida*, p. 340.

²⁹⁰ ARCE Y CACHO, Celedonio. *Conversaciones sobre la escultura*. Madrid: Dirección general de BB. AA. y archivos; Consejo general de la arquitectura técnica de España, 1996, pp. 1-2.

²⁹¹ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, p. 42.

²⁹² ARCE Y CACHO, Celedonio. *Conversaciones sobre la escultura*, p. 447.

cooperativista, de trabajo en equipo, que en algunos casos acabará solidificando en relaciones muy interesantes entre escultor y fundidor²⁹³.

*(...) en España tenemos un ejemplo similar de una escultura del siglo XVI, el Giraldillo, que fue trasladada a bronce por un fundidor de cañones, Bartolomé Morel, un artesano que hasta hace relativamente poco tiempo, siempre ha sido considerado el autor de la obra completa, y es llamativo el caso porque si bien se conoce el nombre del fundidor, la autoría escultórica de la pieza aún no está clara. La obra que creemos es producto del trabajo conjunto del técnico y el escultor, debido a que apostamos por la utilización de la técnica directa, es una certificación manifiesta de la relación íntima entre los dos quehaceres.*²⁹⁴

Hoy sabemos algo más acerca de la creación del coloso en bronce sevillano, aunque la elaboración del modelo previo a la fundición sigue quedando en el vacío documental de los archivos. Se baraja la intervención de tres autores diferentes -en algunos textos incluso son cuatro nombres los que aparecen como responsables de la realización del Giraldillo-: el pintor Luis de Vargas, quien se encargó de su diseño; el escultor Juan Bautista Vázquez, quien pudo ser su autor material en escultura; y el fundidor Bartolomé Morel, quien lo vació en bronce²⁹⁵.

Interesante saber que Bartolomé Morel pudo disponer de un punto cercano a su taller de donde obtener la materia prima necesaria para acometer el encargo de la fundición del coloso, y que ya sirvió bien con anterioridad a su familia; se trata de las minas existentes en el término municipal de El Pedroso (Sevilla). Como sabemos y analizaremos más adelante, la disponibilidad de recursos y la facilidad de medios es fundamental en una actividad como la fundición. Pero, poco más podemos traer a este proyecto que repercuta claramente en sus objetivos. Únicamente casos sin verificar o anécdotas sobre las consecuencias de ejercer la fundición en un taller. En este sentido, por ejemplo, cuentan que Morel tuvo grandes dificultades económicas a causa de tan gran empresa, y graves daños materiales a consecuencia entre otras cosas del incendio sufrido en su taller durante este encargo. Esto nos recuerda mucho a lo acaecido al Maestro Benvenuto durante la fundición de su Perseo; quien se llegó a preocupar seriamente de su seguridad, la de sus operarios y de la estatua al ver que las llamas alcanzaban la cubierta del taller y el techo podía venirse en cualquier momento abajo²⁹⁶.

Tendrán que pasar siglos para que un escultor decida volver a incorporar entre las actividades habituales de taller una técnica como la fundición artística. Ésta tendrá que sufrir incluso el menosprecio de muchas corrientes artísticas y sentir cómo se le da la

²⁹³ Para saber más sobre esa relación entre fundidores y escultores, consúltese: AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, pp. 46-54.

²⁹⁴ AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*, p. 47.

²⁹⁵ *El Giraldillo. La veleta del tiempo. Proyecto de investigación e intervención*. PH Cuadernos 24. Edita Junta de Andalucía. Consejería de Cultura, Sevilla 2009, pp. 42-54.

²⁹⁶ CELLINI, Benvenuto. *Vida*, p. 453: *Tratado de Orfebrería, Escultura, Dibujo y Arquitectura*, pp. 166-167.

espalda desde las instituciones tanto políticas como formativas. Desde una perspectiva histórica, es muy reciente su inclusión entre los contenidos destinados a formar a los escultores de hoy y mañana. Hoy sabemos que tiene presencia en la mayor parte de los centros de enseñanza artística universitaria, y que es ejercida por escultores noveles que la han integrado en su actividad.

Ahora bien, estos escultores demandan atención e información sobre muchos aspectos del trabajo de fundición, pues terminan ubicando su taller en espacios sencillos, sin grandes ambiciones arquitectónicas; los talleres no son grandes ejemplos de la arquitectura civil de nuestro tiempo, más bien, espacios destinados a un uso residencial o comercial y casi siempre ajeno en un principio a los objetivos y la actividad que el nuevo inquilino trae a sus espaldas. Surgen las preocupaciones por disponer de espacios abiertos, de pavimentos que aguanten ciertas temperaturas, por no molestar a nadie y, por supuesto, de no sufrir grandes peligros.

Si algo podemos aprender de nuestro pasado es que la fundición artística es una aventura difícil tanto para el Escultor como para su Taller.

CAPITULO III:

3. EL TALLER HOY. UNA REALIDAD LEGISLATIVA CONDICIONANTE PARA EL TALLER DE UN ESCULTOR

Las tertulias de café son eventos que no suelen despreciar ningún tema de discusión, aunque en honor a la verdad, los asuntos legislativos presentan cierta desventaja en comparación con otros debates presentes en el campo de las artes. Podemos decir con cierta seguridad que Leyes y Reales Decretos suelen quedar lejos de los intereses de un escultor. Sin embargo, toda actividad permanece y transcurre dentro de un marco legislativo estructurado por este tipo de documentos, por lo que creemos relevante tratarlos en el presente proyecto. Toda vivienda, local o terreno que albergue hoy la actividad de un escultor se encuentra condicionado por la Ley vigente y, aunque en muchos casos se termine actuando al margen de las administraciones públicas y en pro de un impulso ineludible por ejercer nuestro oficio, es pertinente hacerlo desde el conocimiento y con el mayor respeto a tales circunstancias legales.

De hecho, la necesidad de estipular ciertas normas de convivencia entre los miembros de una comunidad, pueblos o la ciudadanía de todo un imperio viene de lejos, y se acentúa más en civilizaciones donde se otorga a la ciudad un papel relevante en su estructura cívica. En los orígenes históricos del marco legislativo, podemos encontrar la *Lex Duodecim Tabularum* o ley de las XII tablas, un compendio de leyes redactadas con el fin de armonizar y regular la convivencia de los ciudadanos que estuviesen al amparo del gobierno de Roma, quien dictaminaba dichas leyes para todos sus pueblos. Paralelamente a estas leyes generales existían también normas locales que terminaban adecuándose a las necesidades específicas y particularidades de cada urbe, como la *Lex Malacitana* o la *Lex Imitana*,

directamente relacionadas con el sur peninsular hispanorromano. Son curiosas algunas de las exigencias legales de esta época; hay casos en los que se especificaba y controlaba la altura que habrían de tener los edificios, también la distancia entre ellos o en ocasiones se obligaba a la construcción de muros medianeros. Muchas de estas medidas suponían un medio para salvaguardar las viviendas en caso de derrumbe o incendios, en otros casos se velaba más por el bienestar entre convecinos, por ejemplo, por el respeto a esa buena convivencia se podía prohibir que unos ciudadanos dificultasen la adecuada iluminación o ventilación de las viviendas vecinas²⁹⁷.

En épocas posteriores encontramos actuaciones similares por parte de los gobiernos y de quienes se encargan de administrar la ley. En la Córdoba hispanomusulmana del siglo X, por ejemplo, se conoce un caso protagonizado por el juez Sulayman ibn Aswad quien, tras recibir varias quejas sobre las molestias causadas por uno de los hornos de la ciudad - concretamente por las emisiones de humo producidas durante su actividad-, ordenó que se añadiese a su estructura un tubo que desviara las emisiones molestas. Recurso técnico que se tenía por costumbre en Oriente y del cual el juez era conocedor²⁹⁸. Probablemente se tratase de un horno de pan, el suceso pudo ser a cuenta de uno de esos hornos públicos al servicio de los vecinos y que aún son fáciles de ver en muchas ciudades musulmanas, pero también pudo tratarse del horno de un herrero, o quién sabe si de un artesano dedicado a la fundición de metales. Sea cual fuere la utilidad de ese horno, lo cierto es que esta historia sobre la jurisprudencia musulmana habla de un conflicto con cierto tipo de tecnología muy similar a la que estudiamos en este proyecto; la historia se hace eco del posible daño a terceros que pueden provocar las emisiones de un horno de cocción o fusión, muy probablemente alimentado entonces con leña o carbón, y de cómo las instituciones pertinentes intervienen. Por suerte, en ese caso, sólo exigieron modificaciones en el diseño del equipo y no prohibieron el ejercicio de la actividad.

Entre los precedentes a la legislación analizada en este apartado, para conocer la situación física del espacio de taller de escultor hoy, hemos de mencionar como principales: las leyes de Ensanche y Extensión de Julio de 1892, así como la Ley de Saneamiento y Mejora Interior de Marzo de 1895; y la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1956. Esta última es considerada por algunos como el punto de partida de nuestra cultura urbanística desde la segunda mitad del siglo XX.

Efectivamente, nuestro acervo cultural urbanístico, que pone el acento en la función pública del urbanismo, en la dirección y el control público de la actividad urbanística, en el desarrollo planificado de nuestras ciudades, en el rescate para la comunidad de plusvalías obtenidas en la actividad urbanística, en la construcción de ciudades con una distribución equilibrada entre suelos con usos lucrativos y equipamientos públicos, nuestro acervo cultural urbanístico, decimos, se ha

²⁹⁷ GÓMEZ RODRÍGUEZ, Águeda. La arquitectura doméstica urbana en época romana en la Provincia Baetica, p. 632.

²⁹⁸ GLICK, Thomas F. *Tecnología, ciencia y cultura en la España medieval*. Navarro Brotóns, Víctor (trad.) Madrid: Alianza Editorial. 1992, p.20.

*ido construyendo en los últimos decenios en la progresión que las sucesivas Leyes urbanísticas estatales de 1956, 1975, 1990 han ido marcando en la consolidación de tales principios, asentados en la vigente Constitución Española.*²⁹⁹

En su contenido pueden apreciarse los tres grandes modelos sobre los que concebir un plan urbanístico, bien descritos por el arquitecto y actual presidente de la Academia de Bellas Artes de San Fernando el Dr. D. Fernando Terán Troyano en uno de sus artículos³⁰⁰: El plan como herramienta reguladora del trazado bidimensional de la ciudad; El plan como herramienta de mejora funcional y social; Y por último, el plan como proyecto, que busca una definición beligerante y resumida de lo que ha de suponer formalmente la ciudad. Para el Dr. D. Fernando Terán todos estos planteamientos urbanísticos respondían en su origen a las tensiones latentes en la sociedad del siglo XIX debidas al auge de la industrialización, al afianzamiento de una burguesía en consolidación que busca su espacio en la ciudad, y por supuesto al irrefrenable desarrollo del capitalismo. Tensiones entre el centro y la periferia, *y en formas varias de extensión superficial de la propia ciudad*, que acabarán por alimentar todo un *conjunto de reflexiones, de propuestas y de nuevas formas de actuación sobre la ciudad*, que empieza a necesitar *reorganizarse por dentro y ordenar su crecimiento hacia fuera*³⁰¹. Todas estas reflexiones llegan a nuestros días materializadas en la situación legislativa del territorio y la urbanización que tenemos en España, en la cual el gobierno estatal redacta una ley con carácter general, para todo el estado español, cuyo contenido no es desarrollado pormenorizadamente en un único documento si no que deja un margen de maniobrabilidad a las comunidades autónomas para que con una legislación propia la complementen; a su vez, esta legislación autonómica es ampliada y precisada por la administración provincial pertinente; para que, en última instancia, sean las ordenanzas municipales quienes afinen ese contenido desde los ayuntamientos de mayor capacidad o competencia urbanística adecuándolos a las posibilidades y exigencias particulares de cada ciudad. Se trata de un cuerpo legislativo piramidal bastante claro, donde el estado sienta las bases, pero son las comunidades autónomas y las propias ciudades quienes terminan por precisar el proyecto.

Estos documentos, como ya advertimos, nos han servido bien para conocer la situación burocrática en la que se puede ver inmerso cualquier taller de escultor, pero es importante no olvidarnos de su carácter provisional. Nos vemos avocados, tanto nosotros como el lector de este proyecto, a estar atentos y no tomar por inmutables los conocimientos adquiridos para la investigación.

En definitiva, lo que analizaremos es un marco legislativo cambiante, extenso, complejo, difícil de asimilar en su totalidad, y muy riguroso en la redacción de obligaciones, deberes y

²⁹⁹ España. Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía. Boletín Oficial del Estado, 14 de enero de 2003, núm.12, pp. 1454-1521.

³⁰⁰ TERÁN TROYANO, Fernando. Evolución del planeamiento urbanístico (1846-1996). En: *CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales*, XXVIII (107-108) 1996.

³⁰¹ *Ibíd.*, p. 168.

actuaciones en las que todos estamos implicados en materia de construcción, edificación, disfrute, convivencia y uso de una propiedad. Los siguientes puntos -comunes a las normativas de ámbito estatal, autonómico, provincial y municipal- vertebran este apartado, pues de una u otra forma sus contenidos terminan por afectar -directa e indirectamente- a la comprensión y materialización del espacio de trabajo planteado como modelo de estudio:

- SITUACIÓN BÁSICA DEL SUELO
- USO DEL SUELO
- EDIFICABILIDAD O TIPOS DE CONSTRUCCIÓN
- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Si conocemos la situación básica de terreno sabremos si está vetado cualquier tipo de edificación, o en caso contrario cuáles son las condiciones de su edificabilidad, lo que puede ser relevante, por ejemplo, siuviésemos intenciones de construir en una parcela concreta un taller bien aislado y ventilado en el que fundir eventualmente nuestras piezas.

Entre los llamados *Usos del Suelo* se encuentran las actividades permitidas en cada espacio construido o por construir. Conociendo los usos acordados para la propiedad en la que se encuentra un taller determinado sabremos, por ejemplo, si es posible llevar a cabo todo el proceso en fundición artística en el mismo lugar o por el contrario sólo puede realizarse una fase y finalizar el resto en otro sitio; podremos incluso averiguar si es posible que el mismo lugar cumpla una doble función, como taller-vivienda.

Entre los usos recogidos en la ley examinaremos especialmente aquéllos que nos permitan generar una clasificación tipológica sobre edificaciones o modelos arquitectónicos relacionados con la actividad de un escultor.

Por último, toda actividad genera un impacto sobre el medio en el que se lleva a cabo. La Ley pondera ese tipo de impacto medioambiental y define los niveles de riesgo límites a los que puede verse sometido el entorno o cualquier persona. En nuestro caso, es oportuno saber la opinión que merece a la administración pública en particular, y al Estado en general, una actividad como la fundición artística. Al hablar con cualquier persona ajena a la actividad es muy probable que piense ante todo en los posibles riesgos a terceros o ambientales.

3.1. Situación básica del taller.

El Real Decreto Legislativo 7/2015 de 31 octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana es el documento regulador más importante en materia de planificación urbanística del Estado Español. ¿Pero a qué se refiere con la *situación del suelo*? El Estado, en primera instancia -pues después veremos el papel ejercido por las comunidades autónomas y la administración municipal-, se encarga de gestionar en base al interés general de todos este recurso nacional que llamamos *suelo*, y lo hace a varios niveles, no sólo en cuanto a su adquisición.

El Real Decreto sienta las bases de su regulación, su ocupación, sobre cualquier transformación, edificación o actividad que se pretenda llevar a cabo en este bien común. Reconoce de forma clara nuestro derecho, en calidad de propietarios, a usar, disfrutar y explotar nuestra propiedad, siempre y cuando respetemos su situación, los planes estipulados para ella por el estado como hemos dicho, y su naturaleza, tanto legal como física.

Este documento, atendiendo a la Situación de *suelo*, distingue entre:

- SUELO RURAL
- SUELO URBANIZADO

Se trata de dos conceptos con pretensiones antagónicas y claramente distinguibles, que facilitan la clasificación básica de un asunto de gran magnitud. Se define como suelo Rural al *preservado por la ordenación territorial y urbanística de su transformación mediante la urbanización, los terrenos protegidos por la legislación, policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultural; los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos; así como aquéllos con riesgos naturales o tecnológicos* ³⁰². En situación de suelo Urbanizado, se encuentra aquel que, *estando legalmente integrado en una malla urbana conformada por una red de viales, dotaciones y parcelas propia del núcleo o asentamiento de población del que forme parte, cumpla alguna de las siguientes condiciones*³⁰³:

a) *Haber sido urbanizado en ejecución del correspondiente instrumento de ordenación.*

b) *Tener instaladas y operativas, conforme a lo establecido en la legislación urbanística aplicable, las infraestructuras y los servicios necesarios, mediante su conexión en red, para satisfacer la demanda de los usos y edificaciones existentes o previstas por la ordenación urbanística o poder llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión con las instalaciones preexistentes.*

³⁰² Ibídem, Art. 21, pp. 103254-103255

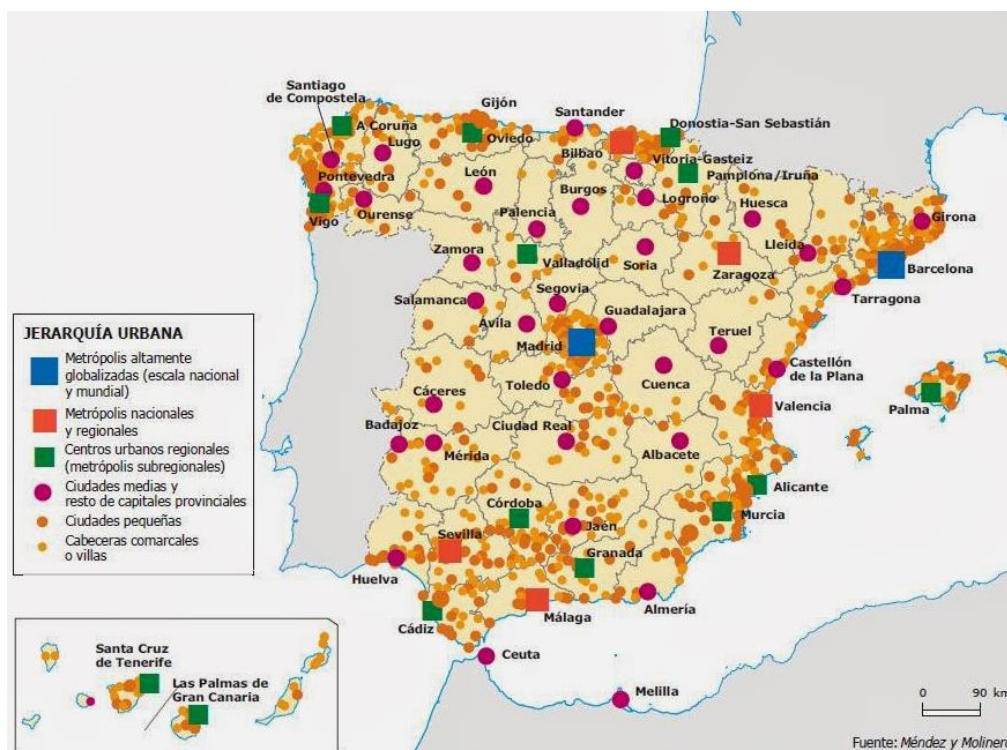
³⁰³ Ibídem.

c) *Estar ocupado por la edificación, en el porcentaje de los espacios aptos para ella que determine la legislación de ordenación territorial o urbanística, según la ordenación propuesta por el instrumento de planificación correspondiente.*

También se encuentra en la situación de suelo urbanizado, el incluido en los núcleos rurales tradicionales legalmente asentados en el medio rural, mientras que en materia de ordenación territorial y urbanística se les atribuya oficialmente la condición de suelo urbano o asimilado y cuando, de conformidad con ella, cuenten con las dotaciones, infraestructuras y servicios requeridos al efecto.

Si aplicamos estas directrices sobre el mapa físico de España, la mayor parte de la superficie del estado habría de calificarse como suelo rural, superando con creces el suelo urbanizado.

Mencionar que entre las actuaciones urbanísticas o de edificación se contempla el paso de suelo en situación rural a suelo urbanizado, siempre que esté previsto en el plan de ordenación y se dote a los terrenos de las infraestructuras y servicios públicos mínimos. Ambas definiciones, tanto de suelo rural como de suelo urbano, están llenas de alusiones y referencias al proyecto de *ordenación territorial o urbanística* que ha de ser propuesto por el *instrumento de planificación correspondiente*. Esta potestad para realizar cambios en la situación básica del suelo prueba la responsabilidad de los municipios sobre su entorno urbano, al permitírseles transformar en urbanizable lo que a priori no posee esa condición.



133. Mapa político de España en el que se visualizan las diferentes áreas urbanas y su demografía. 2003.

A nivel autonómico, el artículo 44 de la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, ofrece tres términos para determinar la situación del suelo³⁰⁴. Podríamos decir que mantiene los conceptos básicos de la ley estatal pero existe una intención en clarificar con más detalle aquéllos con posibilidad de cambio previsible, de no urbanizable o rural a urbano:

- *SUELO URBANO*

- *SUELO NO URBANIZABLE*

- *SUELO URBANIZABLE*

SUELO URBANO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suelo urbano consolidado ➤ Suelo urbano no consolidado
SUELO NO URBANIZABLE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suelos no urbanizables de especial protección por legislación específica ➤ Suelos no urbanizables de especial protección por la planificación territorial o urbanística ➤ Suelos no urbanizables de carácter natural o rural ➤ Suelos no urbanizables del Hábitat Rural Diseminado
SUELO URBANIZABLE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suelo urbanizable ordenado ➤ Suelo urbanizable sectorizado ➤ Suelo urbanizable no sectorizado ➤ Suelo urbanizable ordenado transitorio

Tabla 2. En base a los artículos 45, 46 y 47, de la ley de Ordenación Urbanística de Andalucía se ha configurado la siguiente subdivisión de conceptos:

Cada Plan General de Ordenación Urbanística -a nivel provincial o local- se encargará de gestionar y planificar el territorio de cada municipio de forma pormenorizada y tendrá en cuenta la clasificación del suelo expuesta en la tabla anterior, lo que quiere decir, que con estos términos se establece la *Situación y Naturaleza Básica* del terreno sobre el que se asienta, o asentaría, nuestro espacio de trabajo. Aunque el *Uso* asociado a cada tipo de suelo es el que determinará con mayor claridad las posibles actividades a llevar a cabo y por tanto la viabilidad de un proyecto para integrar la fundición artística en un taller de escultor concreto.

Tomando la situación del suelo como punto de partida para poner en marcha el proceso de integración que nos ocupa, empezamos a encontrar las siguientes casuísticas básicas:

- El escultor interesado en incluir la fundición artística a su actividad escultórica ya dispone de un espacio legal de taller y por tanto de una edificación en situación de suelo urbano consolidado.
- Que se trate de una edificación legal en suelo urbanizable ordenado, sectorizado o no.

³⁰⁴ España. Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía. Boletín Oficial del Estado, 14 de enero de 2003, núm.12, pp. 1454-1521.

- Que disponga de un espacio principal para ejercer legalmente su actividad escultórica y además cuente con un espacio secundario sin edificar, en situación de suelo urbano o urbanizable en el que pudiese llevar a cabo la nueva actividad, o al menos parte de ella.
- Que disponga de un espacio principal para ejercer legalmente su actividad escultórica y además cuente con un espacio secundario sin edificar, en situación de suelo no urbanizable donde se dificulte –pero no se descarte- poder llevar a cabo la nueva actividad, o al menos parte de ella.
- Que disponga de un espacio sin edificar, en situación de suelo urbano o urbanizable donde poder llevar a cabo sus proyectos escultóricos y entre ellos ejercer la fundición artística.
- Que disponga de un espacio sin edificar, en situación de suelo no urbanizable donde se dificulte -pero no se descarte- poder llevar a cabo sus proyectos escultóricos y entre ellos el fundir personalmente parte de su obra.
- Que disponga de un espacio sin edificar, en situación de suelo no urbanizable donde se prohíbe expresamente llevar a cabo actividades de carácter escultórico, entre ellas la fundición artística.

3.2. Uso del Suelo.

Recordemos que en el Real Decreto Legislativo 7/2015 de 31 octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana, se reconoce como derecho de cualquier ciudadano el uso y disfrute del suelo en propiedad *conforme estado, clasificación, características objetivas y destino que tenga en cada momento*³⁰⁵ -lo cual no dice demasiado o nada-. El desarrollo pormenorizado de las condiciones legales para llevar a cabo cualquier actividad y hacer uso de cualquier parcela, terreno, construcción o edificación se deja en manos de instrumentos de ordenación urbanística o territorial de índole autonómica.

Si bien, antes de pasar a otros documentos, como la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, ponemos nuestra atención en el Artículo 13 de la citada ley estatal, en el cual se menciona el *uso de carácter provisional*³⁰⁶. De su redacción entendemos que, en cierta forma, existe la posibilidad de llevar a cabo parte de los procesos implicados en la fundición artística en un terreno rural susceptible de pasar a suelo urbanizado, -como por ejemplo el descerado, cocción de moldes de fundición o la fase de colada- mientras, claro está, así lo permita el plan de urbanismo de la zona, o mejor dicho mientras *no lo prohíba expresamente*, y sólo recurriendo a módulos constructivos provisionales.

Es una posibilidad dictada con la “boca pequeña” a nivel estatal, pues como aclara el punto tres del Artículo 11 de esa misma ley, en última instancia es la administración municipal quien ha de dar su conformidad. Pero se trata de una posibilidad interesante dentro de nuestro proyecto y al que dedicar su espacio.

En lo referente al uso del suelo, la ley de Ordenación Urbanística de Andalucía se atiene casi textualmente al planteamiento de derechos y deberes recogidos en Real Decreto Legislativo sobre la ley del suelo y la rehabilitación urbana. Sólo hay que leer los artículos 50 y 51 del documento autonómico para encontrar las semejanzas con su superior³⁰⁷. Si bien el texto

³⁰⁵ España. Real Decreto Legislativo 7/2015 de 31 octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana. Boletín Oficial del Estado, 31 Octubre de 2015, núm.261, Art. 12.1. (pp. 103245-103246)

³⁰⁶ Ibídem, Art. 13, pp. 103246-103247.

³⁰⁷ España. Real Decreto Legislativo 7/2015 de 31 octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana. Art. 51. (p. 1479). El artículo ratifica al texto estatal en los siguientes términos: *Forma parte del contenido urbanístico del derecho de propiedad del suelo, sin perjuicio del régimen a que quede éste sujeto por razón de su clasificación, los siguientes deberes: A. Con carácter general: (...) b). Construir, en los términos previstos en esta Ley, a la adecuada ordenación, dotación y mantenimiento de la ciudad consolidada de acuerdo con las previsiones del planeamiento. B. Cuando los terrenos pertenezcan a la clase de suelo urbanizable ordenado y al suelo urbano consolidado. (...) b).*

andaluz desarrolla más distendidamente cada una de las situaciones posibles en las que se adscribe el suelo, por el contrario no aclara demasiado la naturaleza de los usos que se les atribuye, y generaliza empleando reiteradamente términos como los de explotación, edificación, construcción, obras, instalaciones, etc. sin entrar en más detalles. En la siguiente tabla exponemos brevemente la información que en materia de usos, derechos y deberes de un ciudadano sobre su propiedad extraemos de la ley de ordenación urbanística de la comunidad andaluza:

SITUACIÓN DEL SUELO		POSIBLES USOS O INTERVENCIONES	DEBERES
NO URBANIZABLE	Suelos no urbanizables de especial protección por legislación específica.	Explotación agrícola, ganadera, forestal,...	Solicitar y obtener las autorizaciones administrativas preceptivas y, en todo caso, la licencia municipal, con carácter previo a cualquier acto de transformación o uso del suelo, natural o construido. Construir, en los términos previstos en esta Ley.
	Suelos no urbanizables de especial protección por la planificación territorial o urbanística.	Edificaciones, construcciones, obras o instalaciones especificadas en el PGOU y relacionadas con la explotación agrícola, ganadera, forestal... o propias al carácter de Hábitat Rural Diseminado.	
	Suelos no urbanizables de carácter natural o rural.	Usos Compatibles con el régimen de protección propuesto PGOU.	
	Suelos no urbanizables del Hábitat Rural Diseminado.	Instalaciones y edificaciones en precario	
URBANO	Suelo urbano consolidado (Forma parte de un núcleo de población existente o es susceptible de incorporarse)	El uso, disfrute y explotación normal del bien, a tenor de su situación, características objetivas y destino, conforme con el PGOU.	Solicitar y obtener las autorizaciones administrativas preceptivas y, en todo caso, la licencia municipal, con carácter previo a cualquier acto de transformación o uso del suelo, natural o construido. Construir, en los términos previstos en esta Ley.
	Suelo urbano no consolidado (Precisa aún de una transformación urbanística, por carecer por ejemplo de servicios, infraestructuras y dotaciones públicas).	Edificaciones, construcciones e instalaciones en parcelas en previsibilidad de su futura urbanización -a acreditar por la administración-.	
	Suelo urbanizable ordenado. Suelo urbanizable ordenado transitorio.	El uso, disfrute y explotación normal del terreno, a tenor de su situación, características objetivas y destino, conforme con el PGOU.	Solicitar y obtener las autorizaciones administrativas preceptivas y, en todo caso, la licencia municipal, con carácter

Solicitar y obtener las autorizaciones administrativas preceptivas y, en todo caso, la licencia municipal, con carácter previo a cualquier acto de transformación o uso del suelo, natural o construido.

URBANIZABLE	<p>Suelo urbanizable sectorizado.</p> <p>Terrenos de posible absorción por el crecimiento urbanístico.</p> <p>Suelo urbanizable no sectorizado.</p>	<p>Sin ordenación pormenorizada:</p> <p>Construcciones, obras e instalaciones provisionales e Infraestructuras públicas.</p> <p>Si cuentan con ordenación pormenorizada: El uso, disfrute y explotación normal del bien, a tenor de su situación, características objetivas y destino, conforme con el PGOU.</p>	<p>previo a cualquier acto de transformación o uso del suelo, natural o construido.</p> <p>Construir, en los términos previstos en esta Ley.</p>
--------------------	---	--	--

Tabla 3.

Donde sí se abordan los usos del suelo en toda su extensión es en los Planes Generales de Ordenación Urbanística de cada provincia o municipio. En nuestra investigación hemos tomado como modelo el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU.) de Sevilla, pero el escultor ha de ser consciente de que cada municipio español está obligado por el Estado a redactar y publicar su propio plan territorial y urbanístico, respetando la ley de suelo general pero adaptándose al perfil urbano específico de su ciudad, motivo por el cual suelen existir diferencias significativas entre unos planes y otros.

El plan general de urbanismo sevillano, primeramente divide la naturaleza de los usos en dos³⁰⁸:

- *USOS GLOBALES*
- *USOS PORMENORIZADOS*

Cada *área de reforma interior* o sectores en los que se ha dividido sobre plano el territorio municipal tiene atribuido un uso global. Es frecuente que estos sectores a su vez estén subdivididos, por lo que se realiza una asignación de usos diferenciada para cada uno de ellos³⁰⁹. En líneas generales el *Uso Global* sería el uso dominante o que caracteriza a todo un área urbana en conjunto, quedando como *Uso Pormenorizado* el destinado específicamente a cada parcela, manzana o zona concreta de esas áreas. Este segundo grupo de usos es el que más nos interesa al afectar directamente al taller como espacio físico con un emplazamiento preciso.

USO GLOBAL	USO PORMENORIZADO
A. USO RESIDENCIAL	Vivienda libre
	Vivienda protegida
B. USO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Industria y Almacenamiento
	Servicios avanzados

³⁰⁸ Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla. *Texto Refundido aprobado definitivamente por Acuerdo Plenario del Ayuntamiento de Sevilla* el 15 de Marzo de 2007.

³⁰⁹ Ibídem. Título VI, pp. 62- 109.

C. USO TERCIARIO	Servicios terciarios
	Centros comerciales
	Estaciones de servicio
D. USO DOTACIONAL	Equipamiento y servicios públicos
	Espacios libres
	Viario
	Transportes e infraestructuras básicas
E. USO AGROPECUARIO	Engloba todo tipo de actividades relacionadas con la producción agraria.

Tabla 4. Definida en base a los artículos 6.1.2 y 6.1.3.

En *suelo urbano consolidado* los usos pormenorizados se concretan por parcela, construcción o edificación, mientras que a un *suelo urbano no consolidado*, o *urbanizable sectorizado*, se le puede atribuir un uso predominante, impreciso o eventual, sin perjuicio de su concreción en un futuro por el planeamiento de desarrollo, conforme a los límites y criterios establecidos en el propio proyecto de ordenación³¹⁰. A su vez el artículo 6.1.3 distingue entre los usos pormenorizados:

- *USO PORMENORIZADO PRINCIPAL*
- *USO PORMENORIZADO COMPATIBLE*

A todos éstos pueden atribuírseles un carácter *exclusivo* o *no exclusivo* dependiendo de lo exigente y restrictiva que sea la administración en su proyecto con la adjudicación de usos y actividades a cada parcela o edificación. A estos usos podemos añadir, por tratarse de términos comunes en la redacción de los planes de ordenación urbanística: *uso prohibido* y *uso provisional*.

Cualquier actividad pormenorizada no incluida entre los usos establecidos por la ley será regulada en base a las condiciones generales y particulares del uso tipificado al que más se asemeje. En ese sentido, tanto la actividad escultórica como el espacio de trabajo analizados en el presente proyecto bien pueden ser considerados usos pormenorizados integrables entre los globales de *uso residencial o de actividades productivas*³¹¹, que a continuación se definen según lo dispuesto en el plan general modelo:

USO GLOBAL RESIDENCIAL. Zona de la ciudad reservada con carácter general a la concentración de viviendas como uso pormenorizado. A los efectos del Plan, *vivienda es toda edificación permanente habitable, cuyo destino principal, aunque no siempre exclusivo, es satisfacer la necesidad de alojamiento, habitual o no, de personas físicas, con independencia*

³¹⁰ *Ibíd.*

³¹¹ *Ibíd.*,. Artículo 6.2, pp. 64-66.

de que en la misma se desarrollen otros usos. Se excluye del concepto de vivienda las edificaciones de uso hotelero³¹². Se distinguen dos categorías de vivienda³¹³:

- **Vivienda plurifamiliar:** viviendas agrupadas en copropiedad o comunidad de propietarios con elementos, usos y servicios secundarios o auxiliares de circulación vertical u horizontal y las instalaciones comunitarias, pudiendo disponer el acceso a las viviendas o apartamentos desde espacios comunes, que actúan como elemento de relación entre el espacio interior de las viviendas y la vía pública o espacio libre exterior.
- **Vivienda unifamiliar:** es la parcela independiente, en edificio aislado o agrupado horizontalmente a otra vivienda o de distinto uso, y con acceso exclusivo e independiente desde la vía pública o desde un espacio libre de uso público.

USO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. Estas actividades tienen por finalidad la elaboración, transformación, tratamiento, reparación, manipulación, almacenaje y distribución de productos materiales, así como el desarrollo y producción de sistemas informáticos, audiovisuales y otros similares, independientemente de cual sea su tecnología³¹⁴. Y entre los usos pormenorizados incluidos en el uso global de actividades productivas, destacamos el de uso **Industrial y Almacenamiento**, por referirse a actividades cuyo objetivo principal es la obtención o transformación de productos por proceso industrial, e incluye funciones técnicas, económicas y la guarda o depósito de medios de producción y materias primas, así como el almacenaje de productos acabados, pero sin venta directa al público³¹⁵. Actividades que, como dijimos, -existiendo diferencias- mantienen vínculos claros con la actividad llevada a cabo en el taller de un escultor. Es más, el artículo 6.4 del PGOU sevillano hace referencia explícita a los talleres relacionados con la producción artesanal y artística, industrias de pequeña envergadura o incluso a nivel doméstico³¹⁶:

- **TALLERES ARTESANALES:** o pequeña industria de producción artesanal y oficios artísticos, que comprende las actividades cuya función principal es la obtención, transformación, conservación, restauración o reparación de bienes y productos, generalmente individualizables, por procedimientos no seriados o en pequeñas series, en las que la intervención directa del operario o artesano adquiere especial relevancia.
- **TALLER DOMÉSTICO:** Se refiere al uso compartido, en una misma unidad o local, de una actividad inocua correspondiente al uso de talleres artesanales, con una vivienda o apartamento, que cumplirá en cualquier caso su programa mínimo, y siempre que dicha actividad sea ejercida por el usuario de la vivienda, que la superficie destinada a taller sea igual o superior a un tercio (1/3) de la superficie útil de la vivienda y que ésta no sea superior a 50 m². Se incluyen las actividades domésticas complementarias a la vivienda del titular con medios y fines artesanales, y de trabajo a domicilio. En parcelas con la calificación de Industria y Almacenamiento el taller doméstico únicamente se admitirá en la tipología de abierta o aislada.

³¹² Ibídem. Artículo 6.3, pp. 66-68.

³¹³ Ibídem.

³¹⁴ Ibídem. Artículo 6.4, pp. 68-72.

³¹⁵ Ibídem.

³¹⁶ Ibídem.

Que la ley reconozca la actividad artesanal en el propio domicilio del artesano es importante. Recordemos que los numerosos ejemplos que aúnan conceptos como los de viviendas y taller son el resultado de la necesidad de muchos artistas de mantener un vínculo físico entre su vida doméstica y su espacio de creación. En este punto, el PGOU reconoce legalmente tal vinculación, aunque con exigencias y algunos requisitos específicos, o condiciones particulares³¹⁷:

- *Los talleres artesanales estarán ubicados en parcela independiente como uso exclusivo, o en edificios con otros usos, con una superficie máxima de trescientos cincuenta (350) metros cuadrados en total, salvo que las condiciones particulares de la zona obliguen a una de superficie inferior.*
- *Los accesos para el público o para carga y descarga serán independientes de cualquier otro uso implantado en el resto de la edificación.*
- *A los usos de Actividades Productivas les será especialmente de aplicación la Ley 6/2001 de 8 de Mayo, de modificación del RDL 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental, así como la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de contaminantes. Con el fin de:*
 - a. *Garantizar el cumplimiento de las Normas de Prevención Acústica del Decreto 326/2003 (Estudio Acústico, Normas de prevención de Actividades Específicas, etc.).*
 - b. *Garantizar la ausencia de molestias a la población por emisión de otros contaminantes atmosféricos.*

En todo caso, para la implantación de cualquier actividad pormenorizada, como puede ser el ejercicio declarado de nuestra actividad escultórica, dentro del uso global de actividades productivas permitido por las condiciones particulares y de localización de la parcela, es necesario la constatación efectiva del cumplimiento de los Niveles de Emisión Exterior (N.A.E.), así como de las exigencias de aislamiento acústico, térmico, de emisiones... exigibles en virtud del Reglamento de Calidad del Aire, aprobado por Decreto 74/1996, de 20 de febrero, o norma que lo sustituya.

Sobre este asunto quisiéramos mencionar aquí el Real Decreto Legislativo 1/2008, del 11 de enero por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos³¹⁸. El objeto fundamental de este Real Decreto es el de prevenir y controlar actuaciones nocivas para el medio, y por supuesto proteger a los ciudadanos, desde el momento mismo en el que se redacta y programa un nuevo proyecto o actividad por parte de cualquier promotor o persona física privada particular. Dos anexos son los

³¹⁷ *Ibíd*em, p.72.

³¹⁸ España. Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, 30 de Junio de 1986, núm. 155, pp. 23733- 23735. Este RD fue modificado por la LEY 6/2001, de 8 de mayo, *Boletín Oficial del Estado*, 9 de Mayo de 2001, núm. 111, (pp. 16607- 16616). Pero dichas modificaciones no afectan directamente al contenido del presente proyecto de tesis doctoral.

encargados de acotar y especificar aquellas actividades consideradas de riesgo para el medio ambiente y que necesitan ser sometidas obligatoriamente a evaluación por los órganos pertinentes. La parte positiva es que la actividad de un escultor particular que coquetea esporádicamente en su taller con técnicas de fundición artística no se encuentra recogida en tales anexos.

Sin embargo, las disposiciones adicionales encargadas de regular las actividades no afectadas directamente por el Decreto, lanzan la responsabilidad de su regulación a las comunidades autónomas o municipios, con lo cual la actividad se encuentra de nuevo en manos de la administración y con la sombra inspectora acechando³¹⁹:

Disposición adicional tercera. Proyectos estatales que deban someterse al trámite de evaluaciones de impacto ambiental por aplicación de la legislación autonómica.

1. *Los proyectos que deban ser autorizados o aprobados por la Administración General del Estado y no hayan de sujetarse a evaluación del impacto ambiental conforme a lo establecido en esta ley podrán quedar sujetos a dicha evaluación cuando así lo determine la legislación de cualquier comunidad autónoma afectada por el proyecto. En tales casos será de aplicación lo dispuesto en el anexo I, grupo 9, letra d y en anexo II, grupo 9, letra n.*

2. *La evaluación a la que se refiere el apartado anterior se llevará a cabo de conformidad con el procedimiento abreviado que a tal efecto se establezca reglamentariamente por el Gobierno.*

Por lo cual queda aclarado que los ayuntamientos están capacitados para redactar y aprobar Ordenanzas Reguladoras ante los usos de Actividades Productivas que concreten y pormenoricen los niveles tolerantes ante la emisión de aguas residuales, contaminación atmosférica, olores, peligro de explosión, ruidos, vibraciones, etc, mientras no contradigan lo determinado en el Plan de Ordenación Urbanística pertinente.

Resumiendo lo expuesto sobre *usos del suelo*: Los planes de ordenación urbanística establecen primeramente dos campos generales, los usos globales y los pormenorizados; con respecto a los segundos indican su carácter, como *uso principal* -si no es exclusivo-, y qué usos son compatibles, además de indicar si existen usos prohibidos para ese espacio; después definen su naturaleza, como residencial, productiva, terciaria...; para finalmente saber si estamos ante un suelo reservado a una pequeña fábrica, un comercio, un taller de escultor o la vivienda de un escultor y su familia, la cual puede contar con un espacio destinado a taller doméstico.

En la siguiente tabla resumimos en ese sentido el Plan General de Urbanismo de la Ciudad de Sevilla.

³¹⁹ *Ibídem.*

	USO GLOBAL	USO PORMENORIZADO	USO COMPATIBLE
CASCO ANTIGUO	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar Vivienda Plurifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en planta baja) - Pequeña Industria (sólo en planta baja) - Taller Doméstico (sólo en planta baja y primera) - Oficinas (todas las plantas) - Pequeño y Mediano Comercio (sólo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Otros.
	USO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Corrales Industriales	
MANZANA	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar Vivienda Plurifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en planta baja) - Pequeña Industria (sólo en planta baja) - Taller Doméstico (sólo en planta baja y primera) - Oficinas (todas las plantas) - Pequeño y Mediano Comercio (sólo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Aparcamientos (en sótanos) - Otros.
EDIFICACIÓN ABIERTA	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar Vivienda Plurifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en planta baja) - Pequeña Industria (sólo en planta baja) - Oficinas (todas las plantas) - Pequeño y Mediano Comercio (sólo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Aparcamientos (en sótanos) - Otros.
ORDENACIÓN SUBURBANA	USO RESIDENCIAL	Viviendas Tradicionales Unifamiliares Viviendas Tradicionales Unifamiliares	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en planta baja) - Pequeña Industria (sólo en planta baja) - Taller Doméstico (sólo en planta baja y primera) - Oficinas (todas las plantas) - Pequeño y Mediano Comercio (solo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Garaje Aparcamientos (en sótanos) - Otros.

CIUDAD JARDÍN	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar Vivienda Plurifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en planta baja) - Pequeña Industria (sólo en planta baja) - Taller Doméstico (sólo en planta baja y primera) - Oficinas (todas las plantas) - Pequeño y Mediano Comercio (sólo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Garaje Aparcamientos (en sótanos) - Otros.
ORDENACIÓN UNIFAMILIAR ADOSADA	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en edificio exclusivo) - Taller Doméstico - Oficinas (todas las plantas) - Pequeño y Mediano Comercio (solo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Garaje Aparcamientos (en sótanos y primera planta) - Otros.
EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR AISLADA Y/O AGRUPADA	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres Artesanales (sólo en edificio exclusivo) - Pequeña Industria (sólo en planta baja) - Taller Doméstico - Oficinas (todas las plantas)
	USO RESIDENCIAL	Vivienda Unifamiliar	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeño y Mediano Comercio (sólo planta baja) - Hoteles (sólo planta baja, primera y segunda) - Garaje Aparcamientos (en sótanos y primera planta) - Otros
ORDENACIÓN INDUSTRIAL	USO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Industria y Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Vivienda adscrita al edificio industrial
POLÍGONOS INDUSTRIALES	USO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Actividades basadas en I+D+I	<ul style="list-style-type: none"> - Equipamiento y servicios públicos - Espacios libres, viarios y transporte e infraestructuras
SERVICIOS TERCARIOS	USO TERCARIO	Locales, Comerciales, Oficinas, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Vivienda adscrita al comercio. - Taller doméstico (sólo planta baja o primera) - Equipamiento y servicios públicos - Espacios libres, viarios y transporte e infraestructuras
GRANDES SUPERFICIES COMERCIALES	USO TERCARIO	Sin relevancia para este proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Sin relevancia para este proyecto

ESTACIONES DE SERVICIO	USO TERCARIO	Sin relevancia para este proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Sin relevancia para este proyecto
-------------------------------	---------------------	-----------------------------------	---

Tabla 5.

3.2.1. Usos de carácter provisional.

Concluimos el apartado dedicado a los usos del suelo con aquéllos considerados de naturaleza provisional³²⁰. Éstos son: casas prefabricadas, caravanas fijas, casetas desmontables, aperos, o cualquier otra construcción temporal en la que llevar a cabo una actividad de carácter eventual o de muy escasa frecuencia que, en cualquier caso, cesará cuando así lo demande la Gerencia de Urbanismo responsable, procediéndose a la retirada de la instalación o edificación y restableciendo el suelo a su situación previa, sin derecho a indemnización. Estas actuaciones son permitidas por la legislación municipal bajo condiciones muy concretas y previa concesión de permiso administrativo. La Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla, por ejemplo, establece las siguientes condiciones³²¹:

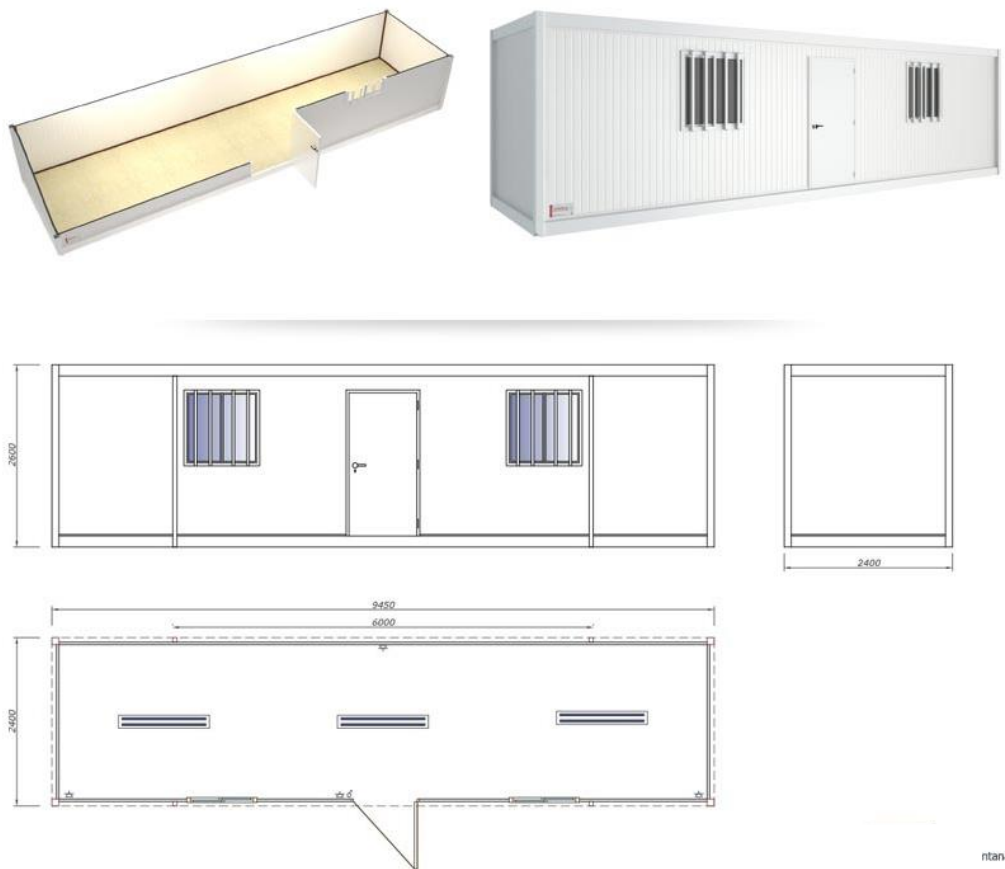
- *Que se deduzca de las propias peculiaridades constructivas, sea por su liviandad, por su carácter desmontable o porque solo ofrezcan provecho para situaciones efímeras y determinadas.*
- *Que de circunstancias, bien definidas, extrínsecas, objetivas, y concomitantes a la obra o uso, se deduzca que ésta o aquél sólo han de servir para un suceso o período concreto, determinado en el tiempo y con total independencia de la voluntad del peticionario.*
- *Consecuentemente, la autorización sólo se podrá conceder sometida a plazo límite o condición extintiva que se derivarán de la propia naturaleza de la obra o uso solicitado, debiendo demolerse las obras o erradicarse los usos cuando se produzca el vencimiento del plazo o el cumplimiento de la condición, o así lo acordase la Gerencia de Urbanismo.*
- *A los efectos de garantizar la ausencia de costes para el municipio, en el caso de que, realizada la obra o instalado el uso, el interesado no ejecutase la demolición de lo construido o la erradicación del uso cuando lo acordara la Administración Municipal, por los Servicios Técnicos Municipales se valorará el coste de dicha demolición o erradicación, exigiéndose al interesado la presentación de aval por la cuantía resultante, antes de la autorización, sin perjuicio de su obligación de abonar el mayor coste que pudiera resultar cuando efectivamente se realice la demolición.*

Los usos e instalaciones de carácter provisional planteados para un determinado suelo son sometidos a evaluación para determinar su viabilidad y el impacto que pudiesen tener sobre el plan urbanístico municipal. Tal evaluación es ponderada en base a los siguientes criterios:

³²⁰ Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla. Artículo 1.1.12., pp. 9-10.

³²¹ Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla. 2013. Artículo 29, pp. 8-9.

- *La mayor o menor proximidad de la ejecución de las determinaciones del plan atendiendo a su desarrollo previsible.*
- *El carácter permanente o desmontable de las instalaciones.*
- *Los costes de instalación y sus posibilidades de amortización en el tiempo.*
- *La vocación de permanencia de los usos atendiendo a su naturaleza propia, su carácter de temporada o ligado al desarrollo de actividades de naturaleza temporal u otras circunstancias análogas.³²²*



134. Una de las caseta prefabricada, propias de las construcciones modulares, comercializada por la compañía *CONSTRUCCIONES METALICAS TALLUNTXE, S.A.* Noáin Navarra, España.

³²² *Ibíd.*

3.3. El Escultor tiene derecho a informarse de la situación en la que se encuentra su taller.

Para saber de la *situación* y los *usos* estipulados a una edificación concreta donde se lleva a cabo una actividad escultórica y a la que se desea sumar la práctica de la fundición artística, el escultor tan sólo ha de acercarse a la Consejería de Urbanismo pertinente –o tramitar un escrito a la misma- y solicitar la *Célula Urbanística* de su propiedad. En su artículo 3. 5. 1, el PGOU de la ciudad de Sevilla indica claramente cómo cualquier ciudadano puede formular cuantas consultas previas *sobre las características y condiciones particulares, concretas y específicas* de una edificación determinada³²³. En ese mismo artículo se desglosan los datos que han de aparecer en la *Célula Urbanística*³²⁴, documento, por otra parte, indispensable en la petición de licencias a la administración por obra o actividades que afecten a cualquier edificación o suelo.

Como hemos dicho, y el artículo 13 de la ordenanza municipal lo aclara, podemos obtener información sobre las condiciones urbanísticas de una parcela o sobre cualquier actividad, *por escrito, dirigiendo a la Gerencia de Urbanismo peticiones de información con el fin de que se haga constar con mayor o menor amplitud la información demandada, o bien verbalmente y de forma directa a través de las fórmulas de atención al ciudadano que la Gerencia de Urbanismo tiene establecidas*³²⁵. Nosotros recurrimos a la segunda vía, poniéndonos en contacto con la administración para entrevistar a uno de sus técnicos. En la entrevista preguntamos si está permitido, y si lo es de qué modo, ejercer la escultura en una vivienda o local. Por supuesto, comentamos el hecho de querer ejercer la fundición artística de pequeño formato y de poca tirada, no ya como trabajo lucrativo sino como *hobby*. Las

³²³ Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla. Libro I. Artículo 3.5.1., pp. 42-43.

³²⁴ *La Célula tendrá como mínimo, el siguiente contenido: -Situación de la finca, con expresión de si está o no edificada.; - Clase y categoría del suelo en que se haya enclavada; - Área de reparto en que se encuentre con indicación del aprovechamiento medio correspondiente; - Planeamiento de aplicación y, en su caso, figuras complementarias de planeamiento, en particular alineaciones que le afecten, con indicación de sus respectivas fechas de aprobación. Del mismo modo se señalará cualquier instrumento de intervención municipal que pudiera afectar a la finca; -Calificación del suelo con expresión de los usos, intensidades y tipologías que le asigne el planeamiento, así como de las restantes determinaciones que tengan incidencia en la ordenación; -Aprovechamiento objetivo resultante de las anteriores condiciones de ordenación, en función de los criterios de cálculo de éste establecido por el Plan General o el planeamiento de desarrollo del mismo; -Unidad de ejecución que estuviese delimitada y, sistema de actuación aplicable; -Grado de ejecución de los deberes urbanísticos al tiempo de expedición de la Célula y plazo de los pendientes; -Indicación de los requisitos mínimos e indispensables para dotar al terreno de infraestructuras, especificando la parte que debe resultar a cargo de los propietarios. -Aprovechamiento subjetivo atribuible a la parcela en atención a su superficie y determinaciones de área de reparto. Ibídem.*

³²⁵ España. Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla, 25 de junio de 2013, núm. 145. Artículo 13., p.16-17.

respuestas del Técnico fueron bastante esclarecedoras y nos ayudaron mucho a la hora de enfrentarnos con el PGOU. A continuación, transcribimos dicha consulta:

Técnico de Urbanismo- *la consideración que se le puede dar a esa actividad es de pequeños talleres artesanales,... ahora, si ya aumenta la actividad, la actividad es más industrial que artesanal, pues entonces ya hay unos requisitos especiales y en muchos casos no compatibles con la propia vivienda, sino que tiene que ser en zonas específicas donde se permita ese tipo de uso industrial más que...*

A.J. Naranjo: *Claro, ¿tendríamos una especie de límite cuando se trata de algo sin ánimo de lucro, no pasar digamos de ese pequeño hobby a una gran producción, por ejemplo?*

T.U: *Bueno, puede ser una actividad que no sea hobby exclusivamente, sino que sea productiva y que esté relacionada con la obtención de un sueldo o una actividad, no creo yo que... sobre todo, es en los requisitos que se le va a pedir dependiendo del tipo de actividad que se va a realizar, si es una actividad, como tú me hablas, de pequeñas piezas, eso no requiere más que una serie de elementos de seguridad y demás que no influyen o van a influir en el uso residencial.*

A.J.N: *En ese aspecto, ¿residencias como viviendas de adosados o próximas a polígonos, tendrían más facilidad a la hora de recibir el beneplácito de la administración?*

T.U: *No tiene por qué, o sea, si me estás hablando de ese tipo de actividad de pequeñas piezas y de pequeño formato, eso puede llevarse en cualquier tipo de suelo podríamos decir, tanto lo que es el centro histórico como..., lo que sí tal vez esté limitado a lo que son las plantas bajas de los edificios.*

A.J.N: *Ante el tema de los locales, ¿qué naturaleza se le suelen dar a los locales?, es decir, ¿puede tener un propietario un local para ejercer una actividad personal que no tenga carácter comercial?*

T.U: *Sí, lo puede tener para actividad personal, mientras que no tenga una actividad comercial, y no tiene por qué tener una licencia de actividades...³²⁶.*

Las explicaciones de este técnico de la Gerencia de Urbanismo de Sevilla nos dejaron buen sabor con respecto a los planteamientos existentes hasta el momento sobre nuestros objetivos. Podría ser que una actividad de un empaque industrial tan bajo como la que le propusimos ni siquiera requiera de un complejo proyecto técnico, más bien se trataría de un proyecto base en el que se manifiesten solventadas las necesidades básicas en materia de seguridad, adecuando mínimamente las instalaciones del espacio de trabajo. Lo cual no quiere decir que esté exenta de tramitaciones administrativas. Podemos asegurar en base a la ley, y tras tener acceso a las ordenanzas municipales como la *Reguladora de Obras y Actividades* del Ayuntamiento de Sevilla, que existe al menos un requisito casi ineludible para ejercer de pleno derecho cualquier actividad: una licencia. En su artículo 16, la mencionada ordenanza municipal, expone los actos sujetos a licencia urbanística municipal.

³²⁶ Entrevista a uno de los Técnicos o Administrativos de la Gerencia de Urbanismo de Sevilla. Sevilla 2013.

En su lectura comprobamos que es difícil no estar incluido en ellos; transcribimos sólo tres de sus puntos³²⁷:

1. Todos los actos de construcción o edificación e instalación y de uso del suelo, incluidos el subsuelo y el vuelo, tales como las parcelaciones urbanísticas, los movimientos de tierra, las obras de nueva planta, la modificación de las estructuras o el aspecto exterior de las edificaciones existentes, la primera ocupación o utilización de los edificios, la modificación de determinados usos en los mismos y la demolición de las construcciones, así como cualquier otro acto sometido por la legislación urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía y el planeamiento municipal a esta forma de intervención de derechos.

2. Cualquier tipo de actuación en suelo clasificado de No Urbanizable.

10. La modificación sustancial de las actividades sujetas a licencia.

Pero si hay que subrayar un artículo dentro de la Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla, ese es su Artículo 4, concretamente en su punto 3, donde encontramos un fragmento de gran relevancia para nuestros intereses³²⁸:

En materia de actividades, quedan excluidos del deber de solicitar y obtener licencia de actividad o presentar declaración responsable con independencia del cumplimiento de la 11 normativa sectorial y de que puedan necesitar cualquier otro tipo de autorización administrativa por exigirlo la normativa aplicable:

El ejercicio individual por una persona física de una actividad en su domicilio habitual en la forma de taller artesanal doméstico según define las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbanística siempre que no concurra ninguna de las siguientes circunstancias: venta al público, existencia de personal contratado, empleo de aparatos, utensilios o instalaciones distintos a los propios del hogar, producción de residuos, vertidos, radiaciones, ruidos o vibraciones no asimilables a los producidos por el uso residencial, o utilización de animales.

Se trata de una de los párrafos más claros, en términos legislativos, en el reconocimiento de nuestra actividad vocacional, y recuerda bastante a la postura mantenida por el técnico que nos recibió en la Gerencia de Urbanismo de Sevilla. Sin embargo, se observan matizaciones significativas que pueden coartar notablemente las posibilidades de ejercer una actividad como la fundición artística y de alguna forma muchas de las técnicas ejercidas por un escultor en su taller. Llama la atención el modo de puntualizar el carácter doméstico de aparatos, útiles o instalaciones. Hoy día existe una amplia oferta de productos semi-profesionales destinados al bricolaje, los cuales crean una línea muy delicada entre lo *propio del hogar* y la *pequeña industria*. Quienes están familiarizados con la fundición

³²⁷ España. Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla, 25 de junio de 2013, núm. 145, pp. 13-14.

³²⁸ Ibídem. Artículo 4., pp. 10-11.

artística saben que buena parte de los equipos utilizados en la actividad son productos habituales en cualquier ferretería o centro comercial y que, por otra parte, hay ciertos equipos que suelen ser de fabricación propia o doméstica –por parte del escultor-. ¿Hasta qué punto los equipos homologados, adquiridos en el mercado pueden ser usados en situaciones para las que no fueron fabricados expresamente? En esta pregunta se encuentra una de nuestras incertidumbres ante el legal de nuestra actividad. En cuanto a si se trata de equipos propios del hogar o no, puede decirse que una chimenea instalada en vivienda particular no dista mucho de un horno para fundición de pequeño formato. Podría incluso tratarse de una chimenea fabricada conscientemente para poder ser usada, eventualmente, como hogar de fundición.

3.4. LEY 49/1960, de 21 de Julio, sobre Propiedad Horizontal.

Finalizamos este recorrido legislativo con una de las leyes más conocidas por cualquier hijo de vecino: La *Ley sobre Propiedad Horizontal*. Entre los objetivos de este documento está el de regular los derechos y deberes de los ciudadanos con respecto a la denominada propiedad horizontal. Se trata de establecer unas normas adecuadas a las necesidades del conjunto de viviendas y locales de una comunidad o sub-comunidad de propietarios, ya sea en lo referente a la adecuación de espacios privados o comunes, su infraestructura o a la organización interna de la comunidad.

En base a lo expuesto en el documento sobre la propiedad horizontal, el presidente de la comunidad, en su nombre o en el de cualquier otro vecino, está legitimado para amonestar a un propietario por considerar su actividad molesta, peligrosa o ilícita, y pedir el cese de la misma. Somos conscientes de que tanto los gases producidos durante el uso de resinas, el humo propio de la combustión de ceras o el ruido emitido por herramientas eléctricas habituales para un escultor, pueden suponer el motivo de una amonestación de este tipo. La presencia de un elemento como el fuego en partes clave del proceso de fundición artística es tal vez uno de los puntos más problemáticos de cara a la opinión vecinal. Ahora bien, la propia ley menciona la obligación por parte del conjunto de propietarios de plantear unos estatutos que concreten las condiciones de convivencia y la utilización de los servicios y espacios tanto privados como comunitarios, además de permitir la incorporación de normas internas que complementen esos estatutos. La aceptación por consenso sobre este tipo de actividades dentro de los estatutos por parte de la junta de propietarios permitiría al escultor ejercer sin problemas su actividad. Empresa difícil, rozando lo imposible, si no se trata de una comunidad de propietarios muy vinculada a actividades productivas, como por ejemplo la perteneciente a un corral de artesanos, también mencionadas en esta Ley.

Por otra parte, el Técnico de Urbanismo que nos atendió en Sevilla hizo mención del derecho de un propietario a ejercer una actividad recogida en los usos permisivos de la edificación, y si es así ha de constar su aceptación en los estatutos vecinales.

A. J. Naranjo: ... es decir, si la comunidad de vecinos estuviera de acuerdo en decir no nos importa que haga este tipo de actividad.

Técnico de Urbanismo: Ahí ya me pierdo un poco, porque el tema de los vecinos y los estatutos es más ya un tema de abogados. No sé hasta qué punto unos estatutos pueden ir contra el plan general. O sea... aquí, en un edificio se está permitiendo la localización de una actividad artesanal y demás, no sé hasta qué punto unos estatutos de esa comunidad pueden ir en contra de esa actividad si está permitida.

A.J.N: Por ejemplo, si el presidente o algún miembro considera la actividad peligrosa...

T.U: Pero si esa actividad está recogida dentro de las posibles usos que están permitidos en ese bajo comercial, yo no creo que pueda..., o sea, por ejemplo, una cosa muy distinta es que si yo te digo que

en el local, para que tu actividad pueda realizarse tiene que tener 4m y tiene 3'5m, ahí no hay discusión, tú esa actividad no la puedes realizar, pero si está permitida, tienes 4m, está recogida dentro de esas actividades que están permitidas en el edificio por el Plan General, yo no sé hasta qué punto una comunidad puede negarse a hacer. Aquí por ejemplo se están limitando los talleres artesanales a las plantas bajas, claro, en la cuarta planta no puedes poner un taller artesanal. Igual que el tema de oficinas, que en muchos casos hay oficinas que están en la 3ª o 4ª planta, ahí sí se limita que estén exclusivamente en planta baja y en planta 1ª, en un edificio que es residencial, si ya es de oficinas puedes tenerla en cualquier parte, pero las limitaciones que pueda imponer el tema de los estatutos de una comunidad no sé yo hasta qué punto pueden limitar esa actividad, mientras sea una actividad que esté legalmente reglada y que esté permitida³²⁹.

Lo que sí puede suponer una lucha agotadora son algunas iniciativas para adaptar convenientemente el espacio de trabajo a la técnica, por ejemplo, si se desea instalar un sistema de ventilación o extracción que requiera intervenir la fachada del edificio en el que se encuentra el taller. En ese sentido, sí se debe contar con la aceptación de la comunidad de vecinos.

Lo cierto es que el desconocimiento sobre las técnicas artísticas por parte de quienes no se encuentran estrechamente relacionados con el tema -ignorancia que incluye a menudo incluso a nuestro propio entorno profesional- puede ser un obstáculo para que el escultor ejerza su actividad en su vivienda o local. Si bien los posibles enfrentamientos vecinales debido a esa incompreensión se suelen capear por medio del disimulo, o mejor dicho con una práctica cautelosa y poco llamativa por parte del artista, debemos intentar defender en la medida de lo posible la legitimidad de la practica escultórica.

Como se observará en el apartado de técnicas de fundición artística, el uso de combustibles como el gas butano o propano -siempre en su envase homologado- no difiere mucho del empleo que de esos mismos combustibles puede hacerse en otras actividades. Ciertamente es que un asador o una marisquería no se libran de ejecutar las medidas exigidas por urbanismo y de disponer de las licencias oportunas -por lo general no suelen ser poca cosa-. Podemos encontrar casos más afines, por ejemplo, el tiempo de trabajo con un soplete para fundir una cantidad media de metal no férreo no es superior al tiempo de utilización que hace de ese mismo soplete un técnico que esté acondicionando con tela asfáltica la fachada de cualquier edificio. Esta actividad suele llevarse a cabo en diferentes espacios, el técnico se desplaza al lugar donde se requiere el servicio, y por lo tanto su actividad se desvincula del lugar en cierta forma. No se precisa un espacio acondicionado para impermeabilizar una terraza, y se hace uso de instrumentos que bien pueden ser empleados en la fundición artística y durante periodos de trabajo similares. O por ejemplo, los riesgos que la cantidad de aceite hirviendo que se emplea en una churrería tiene para los trabajadores y vecinos

³²⁹ Entrevista a uno de los Técnicos o Administrativos de la Gerencia de Urbanismo de Sevilla. Sevilla 2013.

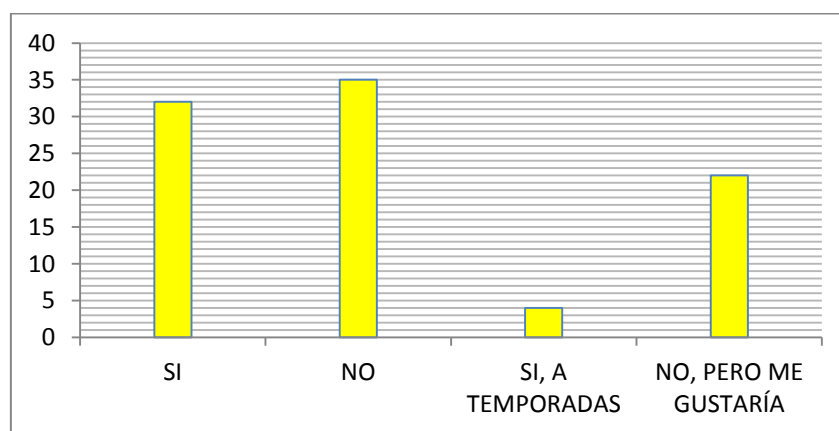
pueden considerarse mayores a los que puede causar el descerado controlado de una pieza de pequeño o mediano formato.



135. 136. En estos dos casos, el sistema de extracción de humos requerido por el local se ha montado en el exterior de la edificación.

3.5. Tipologías de la edificación, o modelos constructivos, vinculados al taller de escultura.

A la pregunta formulada en nuestra encuesta “¿posee taller propio, estudio, espacio compartido de trabajo...?”, aproximadamente un 40% de los alumnos encuestados declara disponer de taller³³⁰. Si bien es mayor el porcentaje de estudiantes que no disponen aún - durante el tercer o cuarto año de su formación- de un lugar específico donde ejercer su profesión y materializar sus proyectos, reconocemos que los resultados son bastante positivos en ese sentido. Los porcentajes ante el SI y el NO son muy ajustados. Es más, si valoramos que más del 38 % de quienes marcaron NO matizaron su respuesta con un “*pero me gustaría*”, estamos más en una actitud de acercamiento a este tipo de espacios que de distanciamiento.



Gráfica 1

ALGUNAS OBSERVACIONES INCLUIDAS POR LOS ENCUESTADOS
<i>“Espacio rectangular, con doble piso a modo de lonja. Aproximadamente 18 x 6 m”</i>
<i>“Vivienda particular 80m² con buena luz y agua corriente”</i>
<i>“Cuando necesito mucho espacio me lo ceden. Normalmente tengo una terraza 6m². Vivienda particular”</i>
<i>“Es un taller pequeño para trabajar la cerámica. Vivienda particular”</i>
<i>“Una pequeña habitación en mi casa o un garaje cerrado. Vivienda particular”</i>
<i>“Me gustaría disponer de un espacio donde pueda trabajar diversas técnicas como la talla y el modelado. También me encantaría disponer de un horno cerámico y un espacio preparado para el ensamblaje y la fundición (más que un estudio sería una casa de la escultura)”</i>

³³⁰ Encuestas realizadas entre 2013-2016. Todos los alumnos participantes se encontraban matriculados en asignaturas relacionadas con la escultura o directamente con la fundición artística. El trabajo de campo cuenta con la participación con 90 encuestados de cuatro facultades de BB. AA. españolas: Politécnica de Valencia, La Laguna, Barcelona y Sevilla. El nivel académico de los estudiantes voluntarios en segundo o tercer ciclo. Hay que incluir la presencia entre estos de Alumnos Internos, Colaboradores, Asistentes Honorarios y Becarios. Puede consultarse los resultados en el Anexo V [CD].

<i>"Pequeño y lleno de trabajos almacenados. Iluminado, herramientas de todo tipo y buena distribución. Vivienda particular"</i>
<i>"Es un espacio pequeño, adecuado para pintar y hacer un modelado pequeño. Alquiler "</i>
<i>"15m² planta baja, luminosos y bien iluminado. Alquiler estudio compartido"</i>
<i>"Un pequeño trastero en la residencia donde vivo aquí en Sevilla. Vivienda particular"</i>
<i>"Cuarto pequeño en el que puedo trabajar sin problemas con el ordenador; difícilmente puedo pintar y resulta imposible esculpir. Vivienda particular"</i>
<i>"Espacio cuadrangular de 15m² con ventanas a la calle, cuarto de baño, doble entrada, puerta metálica..."</i>
<i>"He tenido talleres compartidos bastante caóticos. Me gustaría tener uno propio o tener un buen compañero/a para organizar un taller"</i>
<i>"Habitación con agua y luz en casa particular"</i>
<i>"Es una habitación en mi propio piso con dos mesas, estanterías, un armario empotrado, un aerógrafo con compresor mediano, material de fotografía, dremel, etc."</i>
<i>"En el piso que comparto en Barcelona; en casa de mi familia se dedican a la escultura pero no a la fundición"</i>
<i>"En las dos casas de veraneo dispongo de un espacio de taller con mesas de trabajo y maquinaria, los dos espacios son de herencia"</i>
<i>"Casa muy grande de pueblo. dispongo de un piso entero y puedo usar para cosas concretas una sala con el techo muy alto"</i>
<i>"Hace escasamente medio año alquilé un local para trabajar en escultura y pintura el tiempo que no estuviera en la facultad"</i>
<i>"Una habitación pequeña en mi piso de estudiantes (la comparto con otra compañera de bellas artes)"</i>
<i>"Fuera de horario de clases el salón de casa"</i>
<i>"Una habitación de mi casa; ..."</i>
<i>"Nave industrial"</i>
<i>"Mi habitación"</i>
<i>"Es un espacio con un horno cerámico y una parte dedicada a la talla en piedra con una pequeña grúa"</i>
<i>"Ático pequeño habilitado para diferentes trabajos artísticos"</i>
<i>"Nave industrial abierta con taller metálico y aire comprimido"</i>
<i>"Espacio multidisciplinar, en el que se desarrolla la tarea de restauración y conservación y se combina con la creación directa"</i>
<i>"Espacio multifuncional en los que se da desde espacio para taller, hasta artes escénicas"</i>
<i>"Un pequeño espacio en la casa"</i>
<i>"Sótano de casa con material para trabajar y maquinaria"</i>
<i>"Un sitio amplio lleno de posible material, herramientas y con patio"</i>
<i>"Local compartido: en construcción"</i>
<i>"En mi casa: en construcción"</i>
<i>"Cuarto de unos 10 m², situado al lado del patio de casa. (banco de trabajo, tornillo de mesa, maquinas eléctricas manuales, diversas herramientas y materiales, estanterías, etc.)"</i>
<i>"En casa y en un local compartido"</i>
<i>"Es una casa antigua con un espacio diáfano"(vivienda particular)</i>
<i>"Habitación dentro de domicilio" (vivienda particular)</i>
<i>"Local sin luz, ni agua, ni servicio, con escaparate a la calle y abarrotado de trastos, de unos 20 m².Donde se guardan materiales de construcción". (Local comercial)</i>
<i>"Una habitación en mi casa" (alquiler)</i>
<i>"En mi casa dispongo de cierto espacio de trabajo, patios, azoteas, mi habitación... además de un local compartido del que dispongo a veces" (vivienda particular)</i>

Tabla 6.

Dispusimos un apartado anejo a la pregunta tipo test para que los encuestados aportaran algo más de información sobre los espacios de trabajo que tenían a su disposición. Estas brevísimas descripciones son una señal de la variedad de modelos de taller vinculados al campo de las artes plásticas.

Se trata del testimonio de un sector en formación dentro de la profesión, una parte muy concreta de la población activa dedicada a la escultura, pero en cierta forma se hace referencia a buena parte de los tipos arquitectónicos vinculados al taller de escultor.

Analizar cada una de las piezas arquitectónicas vinculadas a la escultura existente en nuestro país es un objetivo excesivamente ambicioso -que protagonizaría otra tesis-. A menudo, controlados por la administración urbanística, los proyectos arquitectónicos Únicamente han de ceñirse a las indicaciones del Plan General, que como hemos comprobado impone para ciertos usos unas dimensiones mínimas y máximas, regula la presencia o ausencia de elementos volantes y sus características físicas, el número de plantas que ha de tener la edificación, y, en algunos casos, exige respetar la estética imperante del entorno urbano o natural que la rodea. Por esto vamos a decir que los principios básicos de edificabilidad pueden ser reconocidos en alguna de las tipologías o patrones constructivos que analizaremos a continuación.

A la definición básica y genérica de cada modelo de edificación añadiremos una descripción lacónica de espacios reales a los que hemos tenido acceso durante la investigación, y que están relacionados de un modo u otro con la escultura, en varios de los casos con la fundición artística. Éstos ejemplificarán las características constructivas, así como la organización y los medios disponibles en estos tipos clasificatorios sobre el taller de escultor.

3.5.1. *Terreno, parcela, solar.*

Se trata de un modelo de espacio de trabajo cuyo valor para el escultor recae precisamente en la ausencia de edificación. Es bastante común, y no sólo en Andalucía, que una familia cuente con una vivienda en calidad de residencia habitual y a su vez tenga acceso a un terreno o solar. Esta segunda propiedad puede pertenecer a un propietario en exclusiva o tratarse de un bien compartido con otros miembros de su familia -u otros particulares-, como inversión conjunta o a causa de una herencia sobrevenida.

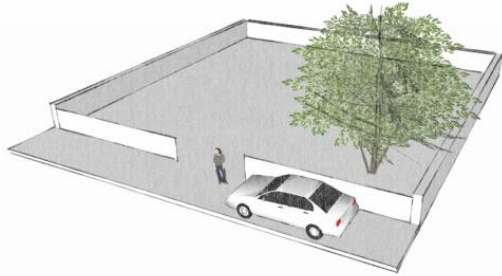
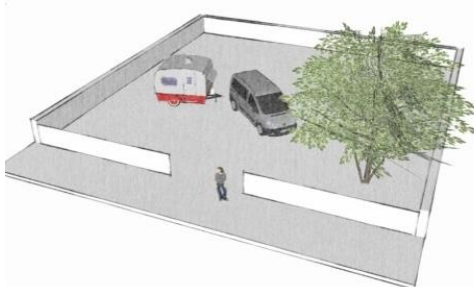
TERRENO, PARCELA, SOLAR...	
➤	Solar o terreno
➤	Edificación en precario o provisional en solar o terreno
<div><div></div><div>A.</div><div></div><div>B.</div></div>	

Tabla 7.

De cara a nuestro proyecto, un espacio de estas características otorga a su propietario la posibilidad de desvincular parte de la actividad en fundición artística del taller o espacio de trabajo principal. Bien por la imposibilidad de llevar a cabo todo el proceso en un mismo lugar, bien por tratarse de un espacio al aire libre, este tipo de espacios favorece el desarrollo de algunas fases del proceso de vaciado en metal fundido -por ejemplo durante la cocción de moldes de picadizo con un horno artesanal de carbón, leña o gasoil-. En ese sentido, la situación básica del terreno, como suelo rural, urbanizable, sectorizado o no..., resultaría indiferente. No se trata de tener acceso a otro taller, sino de trabajar al aire libre o dentro de una edificación bien ventilada, con posibilidad de emplear algunas infraestructuras o equipos técnicos de carácter temporal que una vez usados se desmantelan sin que supongan alteración alguna del espacio natural.

Las ventajas de disponer de un espacio así son bien conocidas también por otros artistas tan cercanos al fundidor como son los ceramistas. En Barcelona tuvimos oportunidad de hablar con la Dra. D^a Purificación Rodríguez Cotillas quien nos habló de la posibilidad que un grupo de compañeros tenían de disponer de un lugar ideal al aire libre donde llevar a cabo parte de sus proyectos:

A.J. Naranjo: *Me estabas comentando que la idea es buscaros un sitio al aire.*

Purificación Rodríguez: *Claro, nosotros tenemos unos amigos que tienen una hectárea de tierra aquí en Badalona. Está súper bien el sitio, es muy bonito, un bosque... como si fuera en un bosque. Y allí mismo han construido en una zona un agujero en la tierra que es el horno que podemos utilizar. Entonces, ¿qué pasa?, que desde este taller de vez en cuando se hacen cursos y cocciones especiales. Y lo que yo quiero proponer también a esta gente es que compren un horno de gas y empezar a dar cursos de reducción, pero ya allí. ¿Por qué?, porque el horno de gas aquí es un poquillo delicado...*³³¹

Recordemos que cualquier uso o actuación que pretendamos llevar a cabo en un terreno o suelo, sea cual sea su situación, ha de ser informado convenientemente a urbanismo y contar con los permisos pertinentes. Tal vez, los usos atribuidos a ese suelo resulten favorables al escultor que desee implantar su actividad con el visto bueno de las autoridades municipales. Puede tratarse de una zona industrial ya reconocida o reservada en el plan general de urbanismo para futuros usos productivos, lo cual puede facilitar los trámites para llevar a cabo este tipo actividad escultórica con carácter esporádico, por temporadas o quién sabe si de forma permanente. En el mejor de los casos, podría llegar a considerarse una actividad de carácter cultural y social beneficiosa para el municipio y terminar contando, además de con sus licencias, con el apoyo de la administración como muestra de respeto por iniciativas culturales de este tipo.

De un modo generalizado, podemos encontrar entre las edificaciones eventuales:

- Construcciones reservadas al almacenamiento de aperos de labranza o herramientas de diferente índole vinculadas a la explotación del terreno.
- Módulos constructivos prefabricados -móviles o estancos-. Como Naves o Contenedores transportables.
- Caravanas /roulottes/ y similares.
- Remolques.

Los problemas importantes entre propiedad privada y administración pública, por lo general, están muy relacionados con la utilización de un suelo no urbanizable, o incluso urbanizable sectorizado, con fines residenciales. Si desde la iniciativa particular el propósito es construir una vivienda de carácter permanente a nivel constructivo, proporcionándole un uso habitacional constante en contra de lo dispuesto por la ley, o antes de que ésta lleve a cabo su transformación urbanística, el conflicto con el plan general, y por tanto con la administración municipal, es directo y claro. La consecuencia

³³¹ Entrevista a la ceramista D^a. Purificación Rodríguez Cotillas. Barcelona 2014.

previsiblemente será la demolición de la edificación, corriendo el propietario del terreno con todos los gastos y una sanción económica adicional importante por incumplimiento de la ley³³². A lo cual se suma lo traumático que resulta asumir que un proyecto de gran inversión económica, y sobre el que se ha puesto grandes esperanzas de futuro, acabe destrozado y por los suelos.

La tensión existente entre las gerencias de urbanismo y el uso residencial que muchos particulares pretenden dar a terrenos rurales, no urbanizables -en algunos casos de especial protección-, se extiende y afecta a la presencia de *móvil-house*, caravanas o casetas prefabricadas en este tipo de lugares. *Mientras que las empresas comercializadoras argumentan que este tipo de viviendas están consideradas como un bien mueble según la legislación europea y que no es necesario adquirir ningún tipo de permiso para su instalación, la posición de algunos ayuntamientos,..., es distinta*, y argumentan que estas infraestructuras han de pasar por el "mismo trámite que una construcción normal" para instalarse en un terreno y que necesitan de un proyecto y una licencia por demanda de prestación de servicios.³³³

Este endurecimiento de la ley se debe, entre otras cosas, a que en periodos de crisis social y económica importante -como el que vivimos actualmente-, cuando el acceso a una vivienda en propiedad, se convierte en una misión casi imposible, muchos ciudadanos recurren a estos modelos habitacionales en precario y los terminan usando como única residencia. Entre sus ventajas: el bajo coste de inversión; entre los inconvenientes: que fueron diseñados para un uso ocasional y para ninguna localización territorial concreta, más bien todo lo contrario. Es por lo que en algunas comunidades autónomas, o en ciertos municipios, se ve con recelo la presencia de este tipo de infraestructuras instaladas en una parcela rural, desconfianza que se refleja claramente en los planes generales de ordenación urbanística.

En los Estados Unidos, más de 22 millones de personas viven en los denominados 'trailer parks', una suerte de campings permanentes que han llegado a España por el cine y la televisión. Sin embargo, algunos creen que un fenómeno similar puede reproducirse en España. A Raquel y a Esteban, por ejemplo, no les sorprendería. Hace año y medio que les desahuciaron y desde entonces viven en un habitáculo con ruedas de 44 metros cuadrados en una localidad de La Alcarria (Guadalajara). Tampoco a Francisco le parece una idea tan descabellada, que vive en una casa móvil a las afueras de Málaga. En ambos casos, la crisis les obligó a cambiar de vida, pero no son los únicos. Los fabricantes y vendedores de estas 'casas con ruedas' opinan que esta forma de vida ha dejado de ser ultraminoritaria. Desde que comenzó la crisis, afirman que se venden muchas más que años atrás y

³³² España. Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla, 25 de junio de 2013, núm. 145, pp. 51-57.

³³³ JERÓNIMO OLLERO, Daniel. "Ahora vivo en una casa móvil" [En línea] [Consultado 03/12/2015] Disponible en web: <http://www.elmundo.es/elmundo/2013/04/18/suvienda/1366270001.html>

*que muchas de ellas ya no se utilizan sólo como segundas viviendas vacacionales aparcadas ad eternum en los campings.*³³⁴

Las modestas construcciones destinadas a albergar en exclusividad aperos de labranza para la explotación agrícola del terreno son vistas con otros ojos. Eso sí, verdaderamente se trata de una pequeña edificación, con tan sólo una estancia para el almacenamiento de herramientas y equipos de trabajo y desprovista del mobiliario y equipamiento propios de una vivienda. Un escultor que, por cuestiones personales, esté en regla con la administración, tenga todos los permisos y cuente con una edificación de estas características, -aunque se vea condicionado por otros factores- puede ver resuelta buena parte del proceso para integrar la fundición artística en su actividad escultórica. Si se dispone de un vehículo, la utilización de estructuras transportables como un remolque, fáciles de adquirir sin que suponga un coste económico muy elevado, resulta un interesante recurso para ejercer la práctica escultórica de un modo casi ambulante, entre el taller y la parcela rural.



137. Dos simulaciones digitales, una caravana y una caseta prefabricada. Talleres provisionales, o en precario, equipados con horno lecho de colada y extracción localizada.

Otro ejemplo relacionado con estos espacios abiertos, rurales, es descrito por Toni Tomás, escultor valenciano con una gran experiencia en fundición artística, quien nos habló de los talleres en los que había trabajado y cómo alguno de estos terrenos al aire libre sirvió bien a sus objetivos escultóricos y como fundidor:

A.J. Naranjo: *¿Cómo eran las características de los primeros espacios que tuviste?, que ya sí podías hacer las dos cosas...*

Toni Tomás: *Pues siempre he tenido suerte, porque los espacios donde he podido fundir eran espectaculares para una fundición. Uno que tenía en la calle Beneficencia quedaba justo detrás del IVAN, y aquello entrabas y era un taller bajito, porque era una edificación extraña pero luego detrás se abría un patio y estaba techado, o sea, no te veía nadie, solamente los vecinos, y nos*

³³⁴ Ibídem.

llevábamos bien con los vecinos de nuestra finca porque no había nadie más que pudiera ver y nadie decía nada, me parecía chapeau todo el mundo. En ese patio podíamos descender tranquilamente y podíamos fundir, y realmente yo no veía el riesgo, yo no veía que hubiese un riesgo que dijese se puede pegar fuego, no, yo lo veía y decía “esto es increíble”.

Los siguientes espacios ya fue en Tenerife, porque después de ése tuve otro taller, pero en ese taller no podía fundir y fui rondando para aquí y para allá, empecé a trabajar en Altea también y luego me fui a Tenerife, ..., el comienzo de esa fundición fue igual, itinerante, generábamos las ceras, generábamos los trabajos, dábamos baños, todo el proceso y luego cogíamos la campana de descender, los hornos de fundición, todo el tema y nos lo llevábamos al monte, a un terreno que tenía un amigo en La Esperanza. Ése era bueno. La verdad es que era un paisaje impresionante, y allí montábamos todo, fundíamos y al día siguiente recogíamos y nos volvíamos a ir.³³⁵

Efectivamente, esos patios al exterior formaban parte de un terreno con edificación, lo cual nos sirve de conexión con otro de los modelos constructivos habituales en el campo de la escultura: La Vivienda Unifamiliar Aislada.

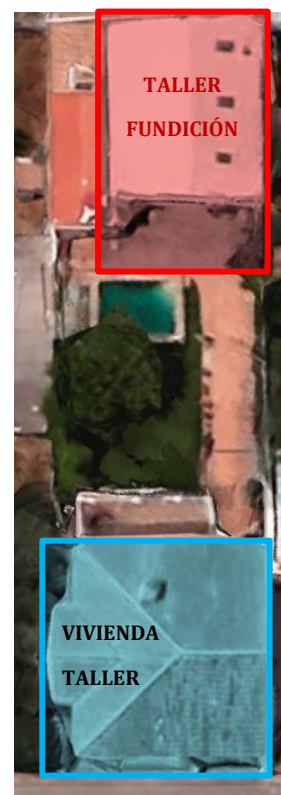
³³⁵ Entrevista al escultor D. Toni Tomás. Valencia 2014.

3.5.2. Vivienda unifamiliar aislada.

VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	
➤	Vivienda unifamiliar aislada
➤	Edificación auxiliar en vivienda unifamiliar aislada
➤	Vivienda unifamiliar agropecuaria
	

Tabla 8

La vivienda unifamiliar exenta es un tipo de edificación cuya naturaleza constructiva es permanente y habitable, provista de todos los servicios necesarios para dar alojamiento temporal o permanente a sus propietarios, situada en parcela independiente y, como su nombre indica, aislada convenientemente de cualquier otra edificación vecina. Dicho aislamiento suele incluir un sistema de parcelación bastante sólido u opaco, con distanciamiento suficiente con los solares colindantes, para preservar su privacidad. Se trata de un modelo arquitectónico favorable para llevar a cabo un proceso de integración técnica como el propuesto en éste nuestro trabajo. Este modelo de edificación puede incluso disponer en la misma parcela de una construcción auxiliar exenta al servicio del escultor y reservada como taller. Es, por ejemplo, el caso de los profesores D^a Marta Campos Calero y D. Luis M. García Cruz quienes, con no poco esfuerzo, han conseguido llevar a término uno de los proyectos más importantes de su vida en común, una vivienda-taller de ensueño para cualquier artista.



138. Vista aérea de la parcela y edificaciones de los escultores Luis García y Marta Campos



139. Arriba: vista general donde vemos todo el equipamiento del que dispone la nave taller de D^a Marta Campos Calero y D. Luis M. García Cruz; Abajo. Izquierda: estudio ubicado en la planta baja de la vivienda; Derecha: vista desde el exterior de la construcción auxiliar reservada a taller de fundición, junto al cual podemos ver la pequeña edificación adosada que fue durante muchos años la residencia habitacional de ambos escultores.

El terreno se encuentra en la provincia de Córdoba, en un complejo parcelario periférico al marco urbano propiamente dicho de la ciudad andaluza. Ellos integraron hace años la fundición artística en su dinámica de trabajo como escultores, contando a día de hoy con un taller equipado sobradamente con lo necesario para ejercer la actividad. Aclaran que éste ha sido la pieza principal desde el comienzo, que incluso la vivienda fue en origen una edificación secundaria adosada al taller³³⁶. Y ciertamente existe una descompensación clara entre la superficie ocupada por ambas edificaciones; el espacio reservado en un principio a vivienda se ve reducido en comparación con la nave habilitada para taller. Hoy la situación ha cambiado, cuentan con una edificación independiente del espacio de fundición planteado en dos plantas, con lo cual, la desigualdad entre los metros cuadrados reservados a uso residencial y a los de taller se ha visto reducida. Pero sólo reducida, pues la nueva vivienda cuenta en su planta baja con un estudio de trabajo para dibujar, modelar, pintar, etc., lo que sumado al taller de fundición y escultura dan aún bastante ventaja al espacio de trabajo sobre el espacio doméstico.

A.J. Naranjo.: *tenéis el lugar desde hace mucho, ¿no?*

Luis García.: *Sí...*

Marta Campos.: *La suerte que tenemos es que estamos dos, porque un taller de este tipo con uno solo es muy complicado. Tener una fundición y manejarla uno solo es... ¡hombre!, no digo que sea imposible, pero es más complicado.*

A.J.N.: *¿Responde a la idea que tenían de un taller?*

L.G.: *Nosotros es que empezamos la casa por el taller. Hay quién la empieza por el tejado, nosotros la empezamos por el taller. Además, vosotros lo estáis viendo, esto fue un taller al que fuimos adaptando la vivienda. Igual que la escultura también nos va modificando a nosotros en cuanto a personas...*

M.C.: *De todas maneras el taller tampoco está terminado, o sea, que no es un taller fijo, que se va adecuando a lo que va haciendo falta en cada momento. O sea, que no es nuestra idea de taller porque la idea cambia, depende de para lo que haga falta se utiliza... Aquí las cosas se mueven.³³⁷*

Este tipo de edificaciones, tanto si se trata de construcciones aisladas dotadas de espacios anexos al taller como sin ellos, suelen disponer de zonas al aire libre, son muy aptas para realizar en ellas procesos en fundición que demandan de una buena ventilación. La emisión de humos molestos –por ejemplo en el descerado– es la misma, pero sus consecuencias serán menores en un espacio al exterior que en una habitación de interior. Entre otras cosas, se minimiza el riesgo por inhalación directa del contaminante al que se expone el escultor-fundidor en un lugar poco ventilado.

³³⁶ Entrevista a los docentes D^a. Marta Campos Calero y D. Luis M. García Cruz. Córdoba 2012.

³³⁷ *Ibíd.*

La distancia establecida entre unas propiedades y otras dulcifica en cierta medida el trato con los vecinos. Al mitigarse los riesgos y las molestias derivadas de la actividad en este tipo de edificaciones aisladas se favorece, en cierta forma, su aceptación en el barrio, barriada o vecindad.



140. Izquierda: Fundiendo en el patio exterior de una vivienda aislada en Castilleja de la Cuesta, al aire libre. Derecha: montando la *campana de descere* en un espacio exterior de una finca con vivienda aislada en Sevilla.

En el caso de D^a Marta Campos y D. Luis M. García, su situación con respeto al complejo urbano de la ciudad, el limitado número de plantas o la ausencia de vecinos adosados -bien a los laterales, bien en vertical- permiten adaptar el espacio a las necesidades infraestructurales de esta actividad sin muchas dificultades. Diseñar e implantar un sistema de extracción en un taller de estas características arquitectónicas tiene ciertas ventajas en relación a otros, como por ejemplo un local situado en los bajos de un bloque de pisos donde las intervenciones suelen complicarse exponencialmente.

En un segundo caso, en la vivienda-taller del profesor Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, ambas caras de la moneda coexisten en una misma edificación aislada. Los bloques de hormigón con los que se ha planteado la mayor parte de la construcción destacan, sin ningún tipo de enfoscado, en la fachada del taller, la cual se eleva imponente ante el visitante hasta una altura aproximada de siete metros, sin apreciarse división alguna en ella a pesar de que se trata de una edificación que cuenta con dos plantas distribuidas convenientemente en su interior. La construcción se adapta a la ladera del terreno, con dos entradas para acceder independientemente a la zona residencial o a la zona de taller.

En el interior del taller, destaca lo diáfano de la estancia, sin paredes o cualquier otro tipo de elemento constructivo que delimite o parcele el espacio. Tan sólo una o dos columnas de carga rompen con el desahogo constructivo. El resto, hormigón y ladrillo visto. Si bien, la presencia de herramientas específicas, piezas a medio plantear, estanterías con diferentes

materiales y enseres, el soldador, las bombonas de gas, etc... informan, de algún modo, acerca de dónde se lleva a cabo cada tarea dentro del taller.

Diseñado a dos alturas; una parte -según se entra por la puerta principal del taller- se alza al máximo de la edificación; al interior -ocupando más de la mitad de la superficie de la estancia- la altura se ve limitada por la planta superior donde se encuentra la vivienda. Una escalera dentro del taller conecta ambas plantas, mientras una escalera exterior permite acceder directamente a la casa sin pasar por el espacio de trabajo.

El Dr. D. Juan Carlos Albaladejo apuesta por la vinculación física clara en la estructura arquitectónica que unifica taller y vivienda. Aunque en ocasiones -como nos confiesa él mismo- acaba por trasladar parte de su trabajo personal al aula de la universidad, sí defiende la vitalidad inherente en el taller y una necesidad personal por tenerlo cerca.

Juan Carlos Albaladejo: ... yo he vivido en el taller, ha habido épocas en mi vida, bastantes, más de dos y más de tres talleres que eran mi vivienda. Es un poco la filosofía del loft, es un sitio donde vives, donde trabajas, donde comes, en fin, donde te diviertes... El taller es una forma de vida, es un sitio de vida, de vivir. Nunca me ha gustado tener -los he tenido- el taller fuera de casa, pero eso de tener que salir a la calle, vestirse, salir a la calle, coger un metro e irte a Carabanchel a una nave... sí, una vez que estabas en Carabanchel, decías “vaya pedazo de nave”, pero nunca me ha gustado, porque era un poco interrumpir tu día, y luego además, si te daba por irte a las tres de la mañana, pues ya se acabó el negocio, no podías coger el metro a esa hora. (...) Yo he fundido, claro, yo vivo rodeado de jardín y yo he fundido hasta hace un par de años, que ya dije “mira, me los llevo a la facultad, que trabajo mejor”³³⁸

³³⁸ Entrevista al profesor Dr. D. Juan Carlos Albaladejo. Tenerife.



141. 142. 143. Tres vistas del taller del Dr. D. Juan Carlos Albaladejo. Arriba: dos imágenes que muestran la naturaleza arquitectónica de la vivienda-taller; Abajo: panorámica del interior del taller.

3.5.3. *Vivienda unifamiliar adosada.*

Consistente en un modelo constructivo similar al anterior, con la salvedad de que las edificaciones están en contacto directo unas con otras. Se trata de una conexión externa entre dos piezas constructivas, pues internamente son residencias totalmente independientes. Pero en conjunto generan una morfología arquitectónica muy característica.

Las edificaciones pueden compartir sólo uno de sus laterales, de forma pareada, y contar así con terreno libre en el resto de la parcela; o puede tratarse de un conjunto de viviendas adosadas en hilera, con lo cual cada construcción compartiría sus muros laterales con las construcciones anejas, reservándose algo de terreno libre en los linderos anterior y posterior de la parcela.

VIVIENDA UNIFAMILIAR ADOSADA	
➤	Vivienda unifamiliar adosada pareada con terraza o patios (E)
➤	Vivienda unifamiliar adosada pareada sin patio ni terrazas
➤	Vivienda unifamiliar adosada en hilera con patio o terrazas
➤	Vivienda unifamiliar adosada en hilera sin patio ni terrazas
➤	Edificación auxiliar en vivienda unifamiliar adosada (F)
➤	Vivienda unifamiliar independiente adosada a otra vivienda unifamiliar o plurifamiliar de diversa índole

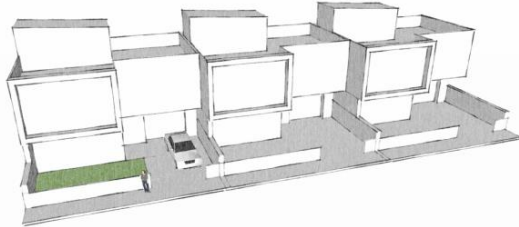
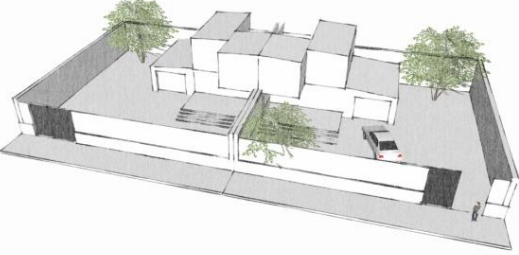
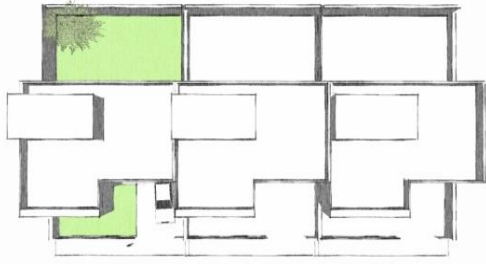
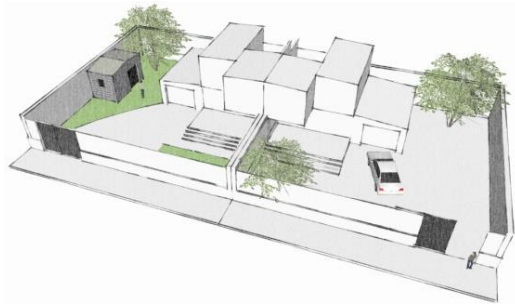
	
D.a	E.
	
D.b	F.

Tabla 9.

Suele constar de una o dos plantas, además de permitirse en muchos casos la adaptación de sótanos, semisótanos y áticos.

También en estos modelos puede darse el caso de que la parcela cuente con dos piezas constructivas: una la edificación principal y después una edificación auxiliar que bien puede hacer las funciones de taller de escultura.

La presencia de espacios con buena ventilación al aire libre, sean patios o terrazas -como hemos dicho anteriormente- facilita la puesta en práctica de la fundición artística en este tipo de edificaciones, pues si bien los espacios de terreno alrededor de la vivienda se ven reducidos considerablemente y la proximidad de los vecinos es mucho mayor que la que encontramos en las edificaciones exentas, puede recurrirse a las azoteas o terrazas de la vivienda para solventar los procesos más problemáticos.



144. Izquierda; Conjunto de viviendas adosadas en hilera; Derecha: taller de D. Francisco A. H. Alvarado ubicado en el sótano de su vivienda habitual la cual forma parte de un conjunto de viviendas adosadas.

Dentro de la tipología de vivienda unifamiliar adosada en hilera, conocemos el espacio de trabajo del Profesor y escultor D. Francisco A. H. Alvarado, quien reside desde hace unos años en una en alquiler, con características constructivas muy similares a las que hemos descrito. Ha optado por ubicar su taller en el sótano de la edificación, y es allí donde lleva a acabo casi la totalidad de su actividad escultórica. El patio exterior, localizado en el lindero posterior de la parcela, sirve para realizar ocasionalmente esos procesos que demandan mejor ventilación, ya que el sótano no es precisamente el lugar ideal en ese sentido.

Cuando se hace referencia a viviendas adosadas, es habitual pensar en un proyecto arquitectónico único, con numerosas residencias hiladas entre sí de carácter unifamiliar pero formando parte de un conjunto constructivo claro. Sin embargo, existe otro modelo de vivienda unifamiliar, que también podríamos considerar entre los adosados aunque con mayor independencia. Este modelo es bastante común.

Como ejemplo, mencionaremos el taller del escultor y docente el Dr. D. Jesús Algovi González Villegas, ubicado en el casco antiguo de la ciudad de Sevilla, muy cerca del mercado de la calle Feria. El mismo edificio congrega en su interior tanto su espacio de trabajo como su vivienda particular, si bien ambas facetas están separadas físicamente. El escultor nos recibió en una de las jornadas de puertas abiertas organizada, entre otras

organizaciones, por la *Unión de Artistas Visuales de Andalucía* (uavA). Por la puerta principal accedemos directamente al taller, donde una mesa de trabajo ocupa un lugar predominante; sobre ella varias herramientas de trabajo, moldes, placas de barro, plantillas de madera... y a su alrededor descansan, en silencio, varios ataúdes de metal los cuales, nos confiesa, forman parte de una obra aún por exponer.

Cerca de la mesa de trabajo, topamos con el equipo soldador y, pegado a la pared, bajo las escaleras que dan acceso a la planta superior, con un horno para cocción cerámica.

En el momento de la visita, varias peanas ocupaban buena parte del espacio de trabajo con el objetivo de mostrar en ellas algunas piezas a los visitantes.

Uno de los elementos que más llaman la atención dentro del taller es la estructura diseñada expresamente para servir de puente grúa. Aprovechando la doble altura de la estancia, se sitúa en la zona de mayor alzada –lo que supone la suma de ambas plantas y la altura total del edificio-. En la planta de arriba encontramos un espacio más de estudio y creación gráfica. Desde él se puede acceder a la vivienda.



145. Tres vistas del taller del escultor D. Jesús Algovi González Villegas. El taller forma parte de su vivienda unifamiliar particular, adosada a otras viviendas –unifamiliares y plurifamiliares de diferente índole- en pleno centro de la ciudad sevillana.

3.5.4. *Bloque de pisos.*

Nos ponemos en la situación de aquellos escultores que sólo cuentan con un piso como lugar de trabajo, al cual dan uso exclusivamente como taller, o bien como residencia habitual con una habitación reservada como espacio de trabajo.

Tal vez sea el modelo de edificación que más complicaciones trae consigo a la hora de poner en práctica la fundición artística. Los pisos son piezas unifamiliares incluidas en un proyecto plurifamiliar en bloque destinado principalmente a uso residencial. Si bien es habitual destinar estos espacios a otro tipo de usos como por ejemplo oficinas o consultas médicas, por el contrario es poco común que un taller de escultura tenga su actividad en exclusividad y de forma permanente en un piso. En general es difícil mantener en activo un taller de escultor en un espacio con sus características, con la salvedad de quienes trabajan materiales como las masillas de modelar, la escayola, el barro o la cera – ésta última es la materia más cercana a nuestros propósitos- y limitándose al pequeño-medio formato. Trabajar la talla en piedra, forja, soldadura, construcción en metal, buena parte del trabajo con madera, la mayor parte de las resinas..., todas estas prácticas pueden acarrear serias dificultades en un piso.

BLOQUE DE PISOS	
➤	Bloque de pisos en torre
➤	Bloque de pisos en manzana cerrada
➤	Bloque de pisos en hilera
➤	Bloque de pisos rectangular




Tabla 10.

Aun así, descartar o ignorar la existencia de este tipo de espacios, como bien nos recuerda el Dr. D. Lucido Petrillo, sería descartar un modelo de taller de bajo coste que representa a muchos artistas que están empezando:

Lucido Petrillo: ..., te hablo de habitación porque yo estoy viviendo este problema en este momento. Te digo, ..., no se tiene que cerrar la puerta al que tiene dinero pero también hay que abrir la puerta al que no tiene dinero, hay gente que quiere hacer pero no tiene recursos económicos, entonces, ¿cómo puede? Yo pienso también que una opción es el microondas, al vapor y

ya está, métodos muy caseros. Esta cosa pequeñita, estos pequeños recursos de supervivencia, porque es supervivencia son investigación, porque sin darte cuenta estás investigando de manera muy rudimentaria pero es una investigación.

A.J. Naranjo: *¿Estás hablando de un piso compartido, verdad? si ya es difícil poner a los vecinos a favor, imagínate a los compañeros de piso...*

L.P.: *Después depende, si tú quieres hacer un pequeño taller de joyería, haces microfusión, es otra cosa,..., ahí sí te planteas hacer una pequeña inversión, porque ya hablamos de plata, de un costo del material, es otra historia. Pero gente que quiera hacer escultura, también para concurso, para pequeña maqueta, que hay muchos concursos de escultura pública que quieren una maqueta del material en el que se va a realizar la pieza, depende de los concursos, pero si quieres participar en una exposición con piezas de bronce... Después, el escultor no es que haga sólo bronce. El que tenga un taller de escultura y quiere hacer bronce no es que todo el día vaya a hacer bronce, es siempre polifacético, es decir, hace bronce, hace otro material que puede ser barro, resina... entonces el escultor varía de material...*

..., la fundición no es como la abuela, que todos los días estás haciendo tartas.

A.J.N.: *Eso es fundamental, saber que no estamos hablando de un oficio que cada semana o mes tengas que sacar siete piezas.³³⁹*

Entre los espacios al exterior donde podrían realizarse algunos procesos al aire libre se encuentran los balcones y las azoteas. El balcón forma parte del piso y por tanto es un espacio privado; mientras que las azoteas forman parte de los espacios comunes habituales en un bloque.

Si se practica la fundición desde el balcón es muy probable que los humos o gases que se emiten molesten al vecino del piso de arriba. Si se trata del balcón del último piso, puede que la actividad se gane menos enemigos pero siguen existiendo riesgos para la comunidad. Existen balcones con diseños muy diferentes: algunos edificios tan sólo cuentan con el pavimento y una modesta barandilla que vela por la seguridad; en otros se sustituye esa barandilla por algo más sólido y usan ladrillo para tapiar a media altura todo el espacio; incluso hay quienes optan por un cerramiento total, eso sí con un sistema de persianas o ventanas para salvaguardar, en cierta forma, su carácter de elemento constructivo de mayor conexión con el exterior dentro de la vivienda. Fundir en un balcón de barandilla puede presentar mejor ventilación pero suponer un riesgo para transeúntes o vecinos del piso de abajo, por ejemplo un derrame accidental de metal fundido puede tener graves consecuencias como caer encima de alguien. Por otra parte, un balcón muy cerrado dificulta la ventilación.

Las terrazas suelen disponer de bastante superficie donde trabajar, además son el lugar mejor ventilado del bloque. Son espacios diáfanos y amplios donde ejercer la fundición

³³⁹ Entrevista al Dr. D. Lucido Petrillo. Barcelona 2014.

artística con comodidad. Pero para hacer cualquier uso de una terraza distinto al que suele asignársele, como zona de tendederos para secar ropa, se ha de contar con el permiso de todos los vecinos pues se trata de un espacio comunitario.



146. Arriba: Imagen de un horno autofabricado por uno de los foreros de *metalafición* y al cual podemos ver en una terraza o balcon propio de los pisos en bloque; Abajo: Descerando en la terraza de uno de los pisos de la zona centro de Sevilla.

3.5.5. *Local en planta baja de edificio unifamiliar o plurifamiliar.*

Es habitual destinar la planta baja de muchas edificaciones plurifamiliares a usos comerciales, reservarlos como espacios de almacenamiento privado –*cuartillos* o *trasteros*-, talleres mecánicos, como garaje particular para alguno de los miembros de la comunidad de vecinos o de la comunidad en general, etc.

Ni que decir tiene que, su situación en zona urbana -por lo general- y la presencia de un gran número de viviendas dispuestas verticalmente al local, hacen de este tipo de edificación un modelo complejo en el que integrar la fundición artística y cumplir nuestros objetivos. Estos espacios no están equipados a priori para una actividad concreta.

LOCAL EN PLANTA BAJA DE EDIFICIO UNIFAMILIAR O PLURIFAMILIAR	
➤	Local en planta baja de edificio plurifamiliar en bloque
➤	Local en planta baja de edificios con acceso a patio interior o exterior
	

Tabla 11.

Si nuestro objetivo es convertir un local, por ejemplo en un bar, hemos de llevar a cabo una serie de actuaciones, exigidas por ley, y necesarias para hacer viable la actividad. De nuevo nos vemos en la necesidad -cada vez mayor- de solicitar licencias y permisos para llevar a cabo cualquier reforma que afecte a la construcción original; adecuar el recinto a las exigencias legales en materia de seguridad e higiene, preparando y equipando el espacio

para cumplir con los niveles de ruido, vibraciones, aislamiento térmico....; contar con el beneplácito de toda la comunidad para poder acometer cualquier iniciativa que afecte de alguna forma a las zonas comunes –como la fachada o los patios de luz-; etc.

Por otra parte, puede estar bien posicionada de cara a tiendas especializadas o proveedores donde buscar productos del sector o materiales como yeso, arena, cemento, gas butano, ladrillos...etc. Los locales que no están divididos en trasteros o almacenes privados, individuales para cada vecino, suelen ser espacios amplios, diáfanos, que en muchos casos cuentan con una entrada de acceso grande, como la de las cocheras, de muy buen tamaño para un taller dedicado a la escultura, y con acceso directo desde la vía pública.

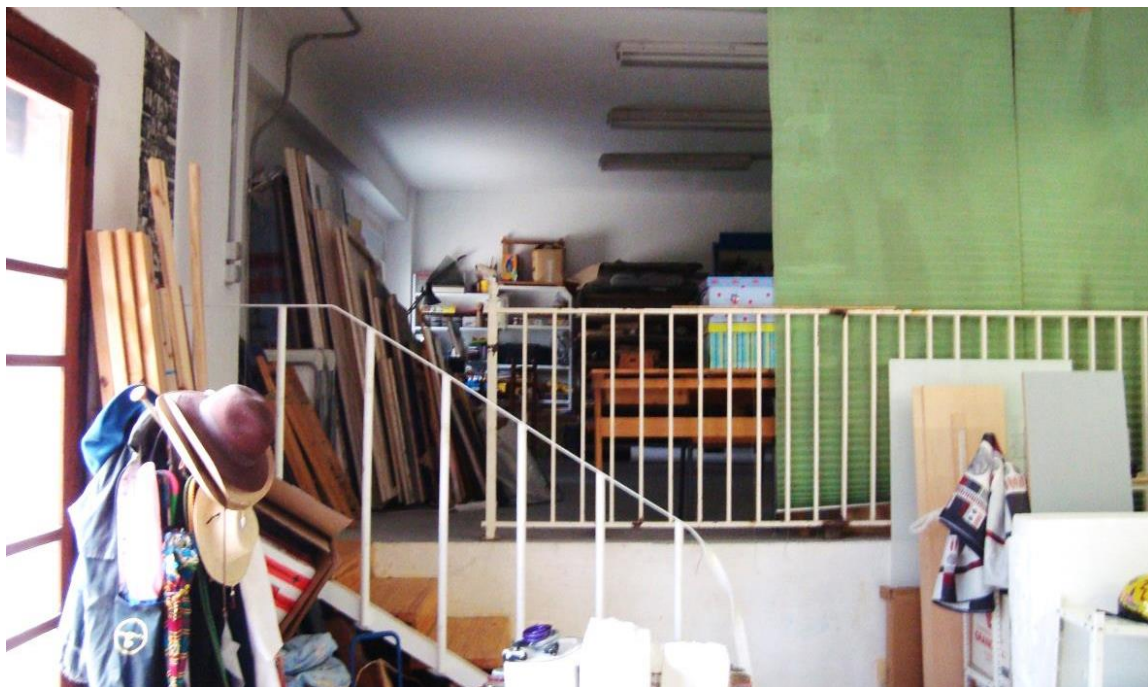
En Valencia, estuvimos con la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos Martínez, quien cuenta con un local de estas características como espacio de trabajo. Se confiesa enamorada de su taller, aunque reconoce que es consciente de las complicaciones asociadas a este tipo de edificación y, aunque para llevar a cabo su actividad escultórica también cuenta con el aula-taller de fundición de la Facultad de Bellas Artes donde imparte docencia, es en su local donde mejor se encuentra trabajando.

Carmen Marcos: *Para mí el taller -suena un poco cursi- es un lugar mágico. Yo no tengo un taller bueno en el sentido que no es una nave, como creo que un escultor debe tener, como en el caso de mi compañero Vicente Ortí. Es un escultor que fue profesor mío y hoy día es compañero, y él tiene una nave industrial grande que compró en la zona de Torrente y claro, él tiene terreno además, nos invitaba a nosotros, y sigue haciéndolo, es muy generoso, invita a los alumnos, con paellas... Yo no tengo esa suerte. Tengo otros compañeros que también tienen lugares a las afueras de la ciudad, donde viven y tienen taller. Es el sueño creo de casi cualquier escultor. Yo no lo he podido asumir. Entonces lo que hice fue comprar un bajo comercial en una finca habitada.*

Lo bonito que tiene es que es grandecito, simplemente, y que es apaisado, que tiene mucha luz porque no tiene construcciones, no tiene calle, lo que tiene antes es un jardín. Yo recuerdo que cuando lo vi me enamoré, en el sentido de que el espacio estaba horrible, no tenía luz, no tenía agua, estaba todo lleno de colchones viejos, habían parido las gatas ahí, lleno de pulgas... era una pesadilla, pero yo le veía futuro a ese lugar. Entonces, poco a poco, con mucha ilusión,... metiendo ahí los ahorrillos y haciéndolo habitable también, porque se le hizo baño, se le hizo una pequeña cocinita, y con mucha ilusión se hizo poco a poco. Yo recuerdo que el olor que tiene ahora, para mí, es el olor de mi taller.

...ahora lo verás, tiene dos desniveles, es muy curioso, es un lugar muy lindo, no tiene nada especial pero tiene dos niveles que se deben a la curva del garaje de la finca. Por allí por esa curva, en el sótano, por donde giran los coches para aparcar en el parking, pues en el bajo le han hecho un desnivel para dar la altura legal. Yo cuando lo vi, es que parecía...precioso. ... el taller da a un jardín, y más allá hay un descampado, pero el taller da a un jardín y lo que hay al otro lado del jardín, en lugar de ser una finca es un campo de fútbol, con lo cual yo tengo ahí un despeje alucinante.³⁴⁰

³⁴⁰ Entrevista a la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos. Valencia 2013.



147. 148. Dos vistas del taller de la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos. Superior: vista panorámica del espacio de trabajo reservado a la escultura. Abajo: zona reservada a proyectos de carácter más bidimensional y de descanso.

Además de describirnos su morfología y explicar sus peculiaridades arquitectónicas, la Dra. D^a Carmen Marcos nos comenta que *el Ayuntamiento de Valencia no permite habilitar bajos como vivienda, a no ser que todos sean vivienda* y en este caso, *en la finca a la que pertenece el local, todos los bajos son comerciales*. Estamos ante un caso de desvinculación entre el espacio doméstico y el espacio de trabajo. Nos contó que el local sirve en ocasiones de lugar común para la familia, que en él se han celebrado incluso algunas fiestas de cumpleaños, pero a pesar de ello y aunque se haya equipado de un baño, cocina, sofá y televisión, entre las estanterías y bancos de trabajo, la realidad es que una vez acabada la jornada de trabajo allí, Carmen Marcos vuelve a su domicilio de residencia, un piso muy distanciado físicamente del taller y donde dispone de todas las comodidades propias de un hogar.

Preguntamos también por las esperanzas puestas en el taller, si tiene intención o existe la posibilidad de acondicionar su espacio a una actividad como la fundición artística, que sabemos que es una técnica importante en su obra artística. Entonces mencionó alguno de los proyectos de joyería que aún rondan su mente y los inconvenientes que veía en ellos:

Acondicionarlo es problemático, sí hemos llegado a hablar con un técnico en el ayuntamiento para por ejemplo aislar ruido, para hacer extracción de humos, para tal... Para hacer joyería, mi taller es útil, porque son muchos metros cuadrados y la joyería no genera todos los problemas que genera la escultura. Yo sí que he llegado a plantearme poder hacer joyería allí completamente, incluso el descere y todo.

Por ejemplo contar con un horno cerámico. Me lo han ofrecido. Porque yo estoy en un grupo de exalumnos de Enric Mestre que es un escultor ceramista -un fuera de serie internacionalmente famoso- este grupo de ex alumnos y yo mantenemos el contacto con él, exponemos juntos... Pues precisamente su hermana, que vendía el horno, me lo ofreció y yo lo quise comprar, pero, ¿qué hago con un horno en un bajo? Lo que tú dices, una junta para pedir la extracción de humos... Luego, no puede ser una simple extracción en fachada, sino que tiene que recorrer toda la fachada, y claro, una finca de siete pisos, ¿qué es esto?!

No, no, no... yo no me puedo meter en eso. Entonces esas cosas dices ya "sí, qué pena"; ahí es donde dan ganas de marchar.³⁴¹

³⁴¹ Ibídem.

3.5.6. Corralón de artesanos.

Se trata de uno de los modelos de edificación, diremos, más compatible o viable con nuestros intereses. Su modelo constructivo, para el que se establece generalmente un uso residencial, productivo y comercial, está compuesto por la agrupación física de módulos, fomentando precisamente ese carácter mixto entre usos. Queda su morfología fuertemente marcada por la presencia de un patio común -si no varios- alrededor del cual las piezas habitacionales se disponen comunalmente. Al margen del carácter productivo mencionado, relacionado con nuestros objetivos y al que estamos acostumbrados a ver hoy día en estos espacios, a nivel residencial este tipo de edificaciones han sido todo un símbolo constructivo para una clase social y un modo de vida colectiva con bastante tradición urbana.

CORRALÓN DE VECINOS / ARTESANOS	
➤	Corral de viviendas residenciales
➤	Corral de artesanos. Viviendas-taller para artesanos
➤	Corral de artesanos. Viviendas-taller-tienda para artesanos
➤	Corral de artesanos. Conjunto de Talleres artesanos sin vivienda
➤	Corralones industriales

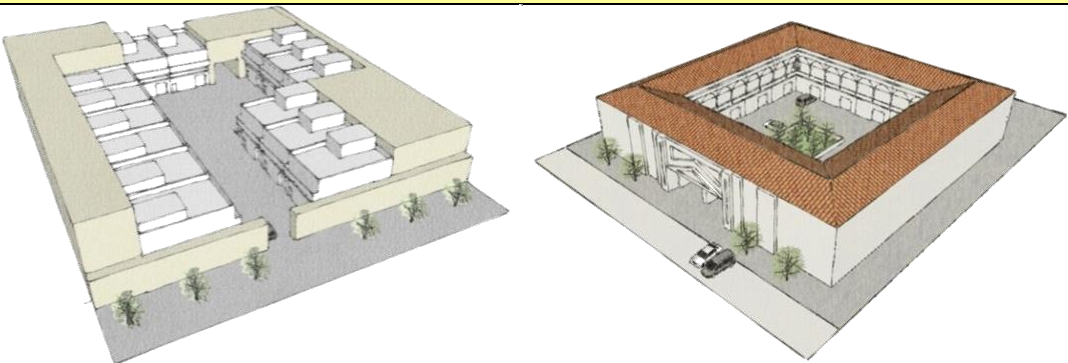


Tabla 12.

En el conjunto histórico de Sevilla, el vecino tradicional va íntimamente unido a la figura del corral de vecinos y de casa de vecindad en torno a patio. Es cierto que no toda la población tradicional del conjunto histórico habita en esta tipología arquitectónica (a su vez compuesta de una notable cantidad de subtipologías); sin embargo,... se ha considerado el binomio corral-vecino tradicional como la expresión más genuina del modo de hábitat tradicional de las clases populares en la Sevilla histórica. En este sentido, es importante reseñar que cuando se habla de corrales y de casas de vecindad, no se concibe a éstas simplemente como una unidad física, como un edificio, como un producto arquitectónico. Este trabajo identifica la palabra corral con un edificio sí, pero con un edificio habitado, al menos en parte, por habitantes tradicionales.³⁴²

³⁴² FERNÁNDEZ SALINAS Víctor. Vivienda modesta y patrimonio cultural: Los corrales y patios de vecindad en el conjunto histórico de Sevilla. En: *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*.

Como apunta el Dr. D. Víctor Fernández Salinas, a pesar de observarse desde hace unos años un decaimiento de espacios, bien por haber sido sustituidos por nuevos complejos constructivos, todo un *vuelco a la composición social de muchos centros históricos*³⁴³, o simplemente por haber sucumbido a demoliciones municipales y quedar paralizados como simples solares, a pesar de todo, aún podemos encontrar algunos en pleno corazón de la ciudad. Integrados en las entrañas del casco antiguo, llenos de vida, con fuerte aroma histórico y haciendo alarde de su naturaleza colectiva.

El mismo *Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla* contempla entre sus páginas los corralones, concretamente industriales, y los define en los siguientes términos³⁴⁴:

1. Son corrales industriales las parcelas calificadas para actividades productivas en el presente Plan General en el ámbito del Conjunto Histórico Declarado, constituido por agrupaciones mixtas de viviendas y pequeños locales artesanales que constan de una casa tapón, que organiza el contacto con la calle y un espacio interior al que se abren los locales artesanales. El espacio interior tiene suficiente magnitud como para poder desarrollar actividades al aire libre conectadas con las actividades artesanales, carga y descarga e, incluso, aparcamiento.

Destacamos la alusión al *espacio interior* y comunitario para *actividades al aire libre conectadas con las actividades artesanales*. Ya apuntamos que se trata de uno de los elementos arquitectónicos más definitorios a nivel morfológico de este tipo de edificación. Entre las actividades y usos permisibles entendemos se encuentra la fundición artística. Eso sí, todas las prácticas ejercidas en el corralón, así como sus espacios de trabajo, deben cumplir con las exigencias legales estipuladas por la administración³⁴⁵:

2.2. Deberán ser locales artesanales o de pequeña industria no contaminantes. Constarán de una planta baja con un máximo de 6 m de altura y uso artesanal, artístico o de servicios avanzados y de una planta alta con posibilidad de vivienda ligada a la actividad productiva de planta baja, con un máximo de 3.5 m de altura.

2.3. Los conjuntos industriales podrán dedicar a uso residencial el inmueble destinado a casa tapón y el 30 % de su superficie neta a uso comercial. En los locales industriales, se podrá construir una entreplanta para oficina y otros servicios en el 25% de la superficie. En todo caso, el conjunto mantendrá la superficie de espacio libre actual.

2.4. Los locales industriales deberán cumplir las Normas de Protección Ambiental y los Usos del presente Plan así como las que se derivan de la Legislación Sectorial en la materia.

2.5. Las actividades desarrolladas en ellos deberán ser compatibles con la residencia en cuanto a niveles de riesgo, ruido, vibraciones, emisión de polvo y humos, bien por el propio desarrollo de la actividad o por la adopción de medidas correctoras necesarias.

2.6. Los locales industriales deberán cumplir las ordenanzas municipales en cuanto a ventilación, iluminación, servicios higiénicos para el público y el personal.

Universidad de Barcelona. Vol. VII, núm. 146(070), 1 de agosto de 2003.[En Línea][Consultado:20/5/2016] Disponible en web: [http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(070\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(070).htm)

³⁴³ Ibídem.

³⁴⁴ España. Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla. Artículo 12.2.26., p. 207.

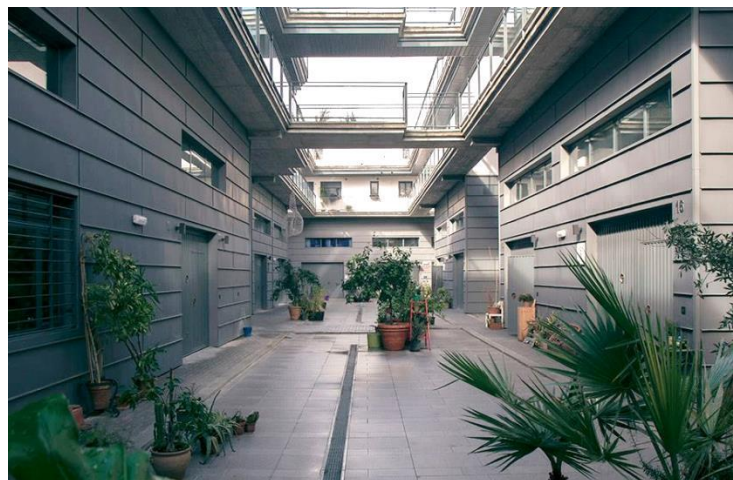
³⁴⁵ Ibídem.

2.7. *Todos los locales deberán cumplir la Norma Básica de Protección contra Incendios vigente.*

2.8. *Los residuos y líquidos derivados de la actividad industrial tendrán un tratamiento acorde con el uso compatible.*

Se trata de exigencias concretas en materia preventiva, de seguridad e higiene, a nivel constructivo. Al margen de la libertad sobre su diseño arquitectónico, lo cierto es que las indicaciones básicas en cuanto a distribución de piezas constructivas, alturas, medios y de más, extractadas de la lectura del plan general de ordenación urbanística, han quedado reflejadas claramente en la fisonomía de muchos corralones de nueva edificación -o rehabilitación reciente-. Un ejemplo de ello es el corral de artesanos, artistas y empresarios, localizado en el nº 70 de la Calle San Luis (Sevilla), bautizado por sus ocupantes como *Rompemoldes*. El Proyecto es obra de los arquitectos Javier Ochoa Casteleiro y Rocío Guerrero Durán y, si bien se basa en el modelo tradicional entorno al patio de vecinos y cumple con las exigencias del plan, su diseño no da la espalda a su tiempo y es patente su perfil contemporáneo. Como bien se dice en la web dedicada al proyecto, *el objetivo y el reto del edificio era combinar una tipología del taller artesanal-vivienda con la tipología típica del casco histórico sevillano sin abandonar una imagen de modernidad arquitectónica de líneas sencillas en armonía con las partes del edificio objeto de conservación*³⁴⁶.

*Pasar de un espacio angosto a través de un corredor a un oasis de luz en el interior de la manzana consigue sorprender al visitante y le predispone a disfrutar del lugar*³⁴⁷. Es un rasgo casi común de estos espacios, los cuales consiguen dar la sensación de que, tras cruzar sus puertas, nos transportan a un lugar aislado de la ciudad, ajeno a su movimiento y concentrado en los oficios activos en su interior. *En torno a un gran patio central se agrupan las viviendas-talleres de los artesanos, las cuales constan de una planta baja para taller, una entreplanta y una planta alta como vivienda. En cada vivienda las tres*



149. Vista del patio comunitarios que da acceso a los talleres en el corral de la C/ San Luis, Nº70, Sevilla.

³⁴⁶ OCHOA CASTELEIRO Javier; GUERRERO DURÁN, Rocío. *Proyecto de Talleres, Viviendas y Sótano para aparcamiento en C/ San Luis, Nº70, Sevilla*. [En Línea][Consultado: el 30/3/2017] Disponible en web: <http://www.javierochoa-arquitecto.com/fichasanluisa.html>.

³⁴⁷ LLANES MARTIN-ROMO, Alejandro. *Rompemoldes*. [En Línea][Consultado: el 30/3/2017] Disponible en web: <http://www.arqmp.com/pdf/Ene2013/05-rompemoldes-esp.pdf>.

*plantas están comunicadas entre sí, aunque tienen entradas independientes para poder distinguir nítidamente la zona de trabajo de la zona residencial*³⁴⁸. La comunicación entre las viviendas se consigue con la presencia de rellanos, de carácter exterior, y con las pasarelas que conectan las primeras plantas. Todo esto permite una circulación casi continua por las edificaciones.



150. Vista del interior del corral de artesanos en C/ San Luis, Nº70, desde las terrazas. Sevilla. Derecha: Vista diédrica frontal -sección transversal-, del proyecto para el corral de la en C/ San Luis, Nº70, Sevilla, de los arquitectos Javier Ochoa Casteleiro y Rocío Guerrero Durán.

La planta baja cuenta con muy buena altura para ejercer las actividades productivas pertinentes. Diríase que cumple estrictamente con los 6m máximos permitidos para estos espacios. Sobre ésta una segunda planta destinada a viviendas y por supuesto vinculadas al taller. Y por último, en lo más alto, un nivel donde encontramos algunos áticos y las terrazas. También cuenta con un sótano habilitado a los aparcamientos.

Con respecto a su localización dentro de la zona urbana, de los corralones en general y éste en particular podemos decir que lleva consigo los beneficios ante proveedores y tiendas especializadas que comentamos también para el caso de los locales.

Rompemoldes no es el único ejemplo en la capital hispalense. Otros corralones dedicados a la producción artística son también representativos de este modelo de edificación. Cerca del distrito de *La Macarena* podemos visitar la corrala de *El Pelicano*, entre la plaza que le da nombre y la calle Pasaje Mallol, y, no muy lejos de allí, vecino a la Iglesia de San Marcos, el Corralón de la Calle Castellar.

³⁴⁸ Ibídem.

En el primero de ellos tuvimos la oportunidad de visitar al escultor D. Marcos Domínguez Alonso, quien nos abrió las puertas de su taller. Destacamos la amplitud del lugar, sin particiones significativas, aunque un altillo o buhardilla construido en su interior genera una división clara, quedando el espacio principal de trabajo definido por dos alturas. Puede que se superen los 6 m de altura en su punto más elevado. Esta modesta estancia y la inclinación de la cubierta del edificio modelan el espacio interno del taller. En cierta forma, se distinguen algunas zonas concretas de trabajo y almacenamiento. Por ejemplo, la zona situada bajo el altillo se encuentra ocupada por una gran cantidad de piezas escultóricas, varios materiales y dos o tres estanterías, como si de un reservado se tratase y no de una zona propiamente de trabajo.

Madera, piedra, modelos acabados en su peana o a medio terminar, algunas piezas en barro, los bancos de trabajo... se reparten por toda la estancia. Las herramientas, y muchos otros objetos y productos ocupan buena parte de las paredes. Una modesta escalera de madera conecta el espacio principal con la pequeña estancia abuhardillada, que el artista usa como

almacén y zona de descanso. Nos fijamos en el sistema de extracción instalado en una de las vigas, en un rincón de la estancia. Este espacio sólo está ocupado por una pieza en mármol, de gran formato, tras la cual se apilan ordenadamente, contra la pared, un buen número de ladrillos refractarios. D. Marcos Domínguez nos confirma que en ese espacio han tenido lugar algunas cocciones. Es el caso de una pieza de terracota que encontramos recostada en la viga, junto al extractor. Según nos cuenta el escultor, el extractor está equipado con un filtro, imprescindible mientras el equipo esté en funcionamiento, pues sin él el polvo de mármol producido durante la talla puede provocar bastantes molestias a los talleres vecinos y transeúntes. Ese filtro no es más que una funda de



151. 152. Dos vistas del interior del taller del escultor Marcos Domínguez, localizado en el corral del Pelicano, Sevilla

almohada colocada en la salida del tubo de ventilación.

Vemos otro sistema de extracción en el fondo del taller, en la esquina. Su recorrido es mayor; si el extractor de la viga apenas cuenta con un codo de 45° y 1-1,5 m de tubo para llegar al exterior, este segundo circuito requiere de varios metros, diríamos que más de cuatro, para llegar al tejado y así cumplir su función.

La luz natural inunda la estancia, ya que prácticamente el 40% de la cubierta del taller está acristalada. El foco de luz natural más intenso lo encontramos en la zona del extractor situado en la viga. Paredes de ladrillo visto pintadas de blanco y pavimento de hormigón dan un aspecto rústico al espacio y refuerzan su carácter laboral.

El Corral del Pelicano tiene en algunas instantáneas cierto aire industrial. Varias edificaciones se adosan entre sí, recordando más a esas naves de polígono periférico que a los edificios vecinos del centro histórico de la ciudad. Si echamos una mirada a vista de pájaro, como nos la facilita *Google-Maps*, el perfil industrial se acentúa y se aprecia con claridad la disposición de estas naves.



153. 154. 155. Arriba: vista aérea del corral de artesanos del Pelicano, obtenida a través de *Google Maps*; Abajo: Dos vistas de las naves-taller que configuran el corral de artesanos.

Visitado a pie, los talleres se agrupan en torno a una serie de callejas amplias a las que dan los grandes portales. Algún que otro callejoncito arqueado en su entrada, como si de un pequeño trozo de pueblo hispanomusulmán se tratase, crea rincones con mucho encanto. No existe un espacio central -tipo patio colectivo-, los espacios abiertos se posicionan en paralelo, en tres franjas. Éstos, además de facilitar la entrada de vehículos a la puerta de los locales y por tanto la carga y descarga de productos y materiales, permiten que los artistas, músicos y artesanos realicen parte de su actividad en ellos, algo muy positivo de cara a nuestros propósitos.

Como decíamos, a poca distancia del *corral del Pelicano* se encuentra el corralón de artesanos de la Calle Castellar. Un pasaje conecta con el espacio abierto comunitario que lo vertebra. Visitamos dos talleres ocupados por el escultor D. Jaime Babío, el actual, el único taller del corralón situado en la fachada del edificio, con su gran portalón de cara a la calle principal, y el que tuvo anteriormente, justo a la entrada del pasaje.



156. Imagen del interior del primer taller del escultor sevillano Jaime Babío, localizado a la entrada del corralón de artesanos de la Calle Castellar, Sevilla.

Existen grandes diferencias entre ambos espacios. El primero de ellos se trataba de una estancia más bien reducida, aunque suficiente para llevar a cabo su trabajo. En su producción artística tienen gran peso los encargos en el campo de la imaginería, por tanto la talla en madera y el modelado en barro han sido las actividades más frecuentes en su espacio de trabajo, aunque también se realizaron moldes de gran formato en yeso y silicona, o positivados en resina y diferentes morteros. Una escalera de madera situada a la derecha de la entrada daba acceso a la buhardilla, una segunda estancia, de escasa altura pero muy útil para almacenar materiales y obras acabadas o como lugar de descanso. Concretamente el escultor disponía de un piano, con el que desconectar unas horas. El espacio de trabajo del que dispone hoy día es muy distinto. El nuevo taller cuenta con más metros cuadrados. Ante todo ha ganado en altura, que rondará los 6 m. También dispone de altillo y, a diferencia del anterior taller, éste viene equipado con un baño.

Una vez en el interior del corral vemos el centro del solar ocupado por un conjunto de talleres simples, de estancia única y dimensiones modestas, edificados casi en precario. A su alrededor, en la planta baja de lo que consideramos el edificio principal de este complejo constructivo, hallamos el resto de talleres. Varios se encuentran, más que en la planta baja, adosados a la edificación principal como si en un principio hubiesen sido unos reservados de cocheras cubiertas y terminasen por convertirse en talleres. Las plantas superiores del edificio principal albergan, o albergaron en algún momento, piezas habitacionales, además de otros talleres. El espacio exterior, de albero, tierra y cantos rodados, cuenta con suficiente superficie para permitir el estacionamiento de vehículos y ejercer puntualmente actividades que precisen de una mayor ventilación. Como vecino de este corral de artesanos, podemos encontrar el mismísimo Palacio de las Dueñas, propiedad de la Casa de Alba.



157. Vista interior del taller actual del escultor Jaime Babio, situado junto a la entrada del corralón de artesanos, Sevilla.



158. 159. Izquierda: vista aérea del corral de artesanos del Pelicano, obtenida a través de Google Maps; Derecha: entrada al *corralón de Castellar*.



160. 161. Centro y Abajo: Vistas del patio interior comunitario del corral de artesanos de la Calle Castellar, Sevilla. 2016.

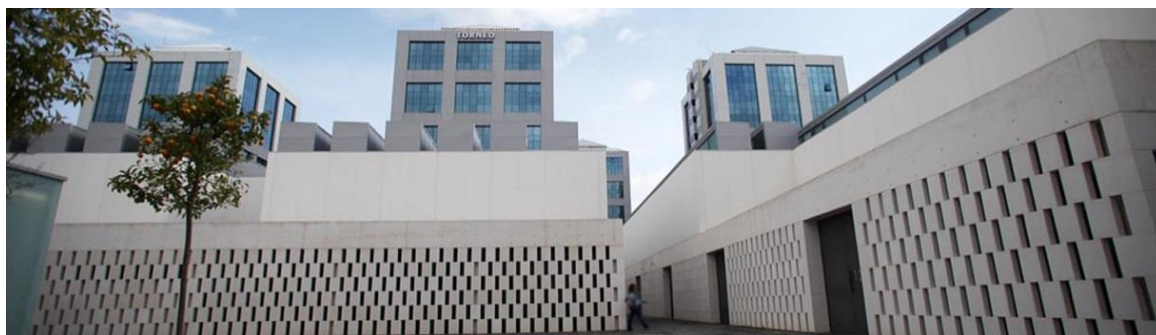


162. Vista desde el interior del corral de artesanos de la Calle Góles, Sevilla.

De dimensiones más modestas, y con un número menor de talleres, el corral de la calle Góles llama la atención por su apariencia, que le confiere un encanto particular precisamente por la estética y el reducido tamaño del corral. Escultores, doradores, ebanistas, asociaciones y vecinos conviven en este pequeño recinto ataviado de parras, geranios y buganvillas. Los espacios abiertos cuentan con un pavimento de cantos rodados y cemento, mientras en el interior de los talleres el suelo está revestido con losas de mármol o granito. Un buen portalón en su entrada permite a estos espacios trabajar con formatos considerables, aunque el acceso de vehículos ante las puertas del taller se complica por lo angosto del complejo. Con una altura de aproximadamente 4m, estos talleres se alejan de las dimensiones a las que nos tienen habituados los espacios visitados en otros corralones. Muchos cuentan también con un altillo de pequeña capacidad, casi exclusivamente para almacenamiento.

Por último y para conectar un poco con nuestro siguiente modelo de edificación, mencionar el *Parque Empresarial Arte Sacro*, un espacio cuyo diseño arquitectónico recuerda tanto a los corralones de artesanos tradicionales como a los contemporáneos complejos productivos. Las grandes estancias destinadas a taller, bien pueden ser el sueño de cualquier artista u empresa, en palabras del presidente de la Asociación Hispalense de Arte Sacro de Sevilla, un año antes de la inauguración del parque empresarial:

Estamos muy ilusionados. Concentrar toda la actividad del arte sacro de la provincia será muy beneficioso para clientes y artesanos. Así, los que están en talleres pequeños o molestan a los vecinos con la maquinaria y los hornos trabajarán en mejores condiciones.³⁴⁹



163. 164. Dos imágenes del Parque Empresarial Arte Sacro de Sevilla, entre ellas una vista aérea donde puede verse bien todo el complejo (abajo).

³⁴⁹ FRANCO, Marta. “El Parque de Arte Sacro abrirá en el verano de 2008 en San Jerónimo”, 06.02.2007 [En línea] [Consultado 03/12/2015] Disponible en web: <http://www.20minutos.es/noticia/198797/0/Parque/Sacro/Jeronimo/#xtor=AD-15&xts=467263>.

3.5.7. Nave industrial.

La Dra. D^a Carmen Marcos nos referenció este modelo de edificación como uno de los más deseados por los escultores, y lo cierto es que algo de razón hay en afirmaciones como la suya. La naturaleza industrial y productiva con los que se asocia comúnmente este tipo de construcciones, aporta tranquilidad a su propietario si a lo que se dedica es a producir obra escultórica. Independientemente de si se trata de una edificación abierta, disfrutando de espacio libre en sus aledaños, o por el contrario se adosa a otra edificación, estos modelos constructivos no suelen acarrear problemas vecinales que impidan llevar a cabo una actividad como la nuestra. Por lo general las naves suelen agruparse, generando un complejo productivo muy claro, muy diferente a un complejo residencial.

Sus dimensiones suelen ser más que suficientes para albergar la producción de un escultor, superando por lo general los 200 m² de superficie construida. A veces una nave abierta ocupa sólo parte de la parcela, la cual puede suponer hectáreas de terreno vinculadas a la edificación. En el caso de estas naves en parcela independiente y aislada de otras vecinas, aunque dispongan de poco espacio de terreno sin construir, es suficiente para ejercer parte de su trabajo al aire.

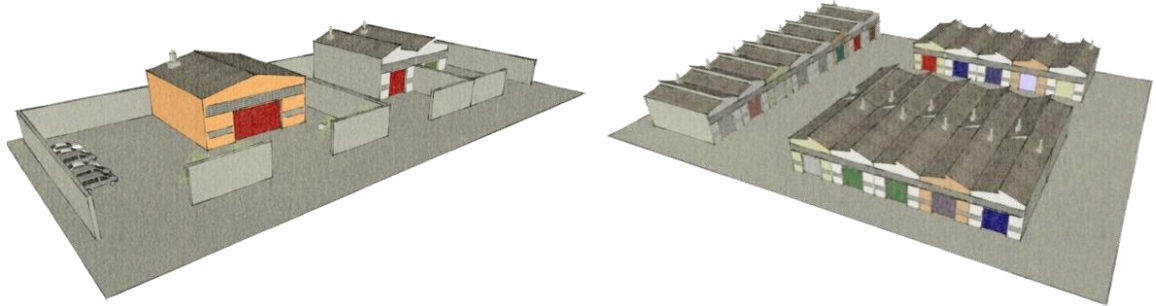
NAVE INDUSTRIAL	
➤	Edificación abierta
➤	Edificación abierta en solar urbano
➤	Edificación abierta en terreno rural
➤	Edificación compacta / Adosada en zona periférica
	

Tabla 13.

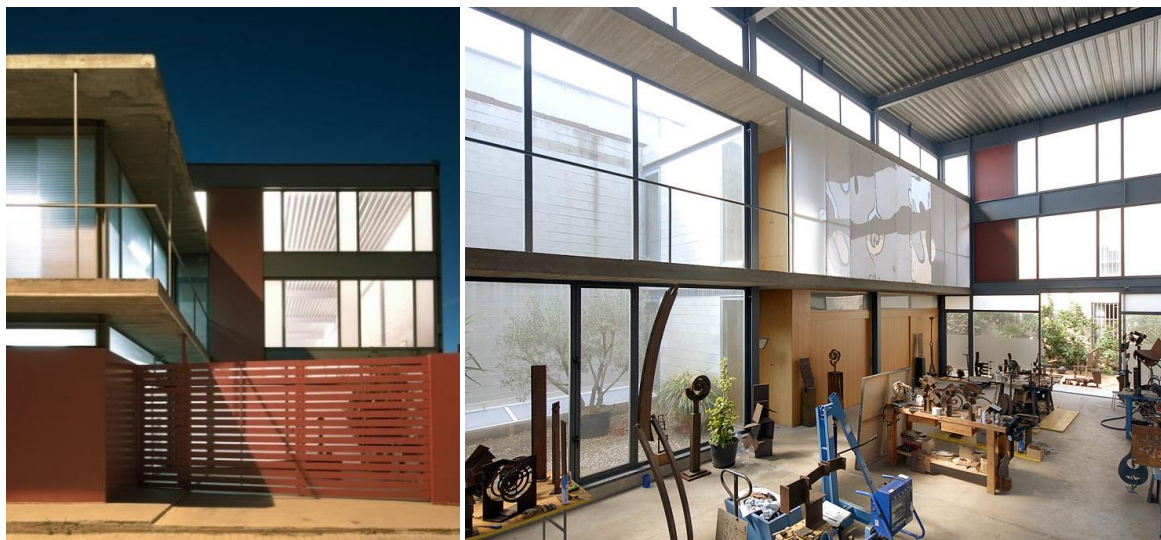
El escultor D. Toni Tomás nos trasladó su experiencia en uno de estos espacios, en Tenerife, así como su vuelta a Valencia y a la fundición artística con un viejo amigo:

Toni Tomás: ... conseguimos una nave, un taller, que estaba muy bien, nos venía muy bien, tenía una altura, no era muy alto pero una altura suficiente para poder trabajar, muchos ventanales y un paisaje impresionante también. Allí teníamos incluso espacio fuera, pero todo lo hacíamos dentro, abríamos las ventanas, se fundía, sí que se cargaba aquello de aires pero colocábamos ventiladores y te sales fuera, aquello se aireaba enseguida.

Eso fue en Tenerife, y ahí se hicieron también sus cosas, hice bastante obra mía también y luego fue ya aquí en Valencia, en Casinos...

A.J. Naranjo: *Que ya tenías materiales aquí me comentaste...*

Toni Tomás: *Iba a hacerlo todo nuevo, lo que ocurre es que cuando llegué al tema del combustible, el propano..., yo siempre he ido de pirata, tenía unas botellas de propano y de pirata total, sin contrato y sin historias, sin nada. Llamé a un amigo, a Rufete, que está en Altea y digo "¿qué pasó con las botellas aquellas?" y me dijo él "no tengo las botellas... tengo las botellas y toda la fundición" y claro, recuperé toda la fundición. ¡Hasta tenía metal!³⁵⁰.*



165. 166. Vista exterior e interior de la nave-taller de D. Paco Corell en el Polígono Industrial "La Closa" de Meliana, Valencia.

Podemos encontrar una amplia variedad de diseños en torno a este tipo de construcciones - en realidad en torno a todos los modelos de edificación planteados hasta el momento-. Por ejemplo, en Valencia se encuentra una nave-taller de diseño ubicada en el polígono industrial "La Closa", Meliana, diseñada expresamente para el artista D. Paco Corell, que se aleja bastante de otros proyectos constructivos como el polígono industrial de la Ciudad Fallera.

³⁵⁰ Entrevista al escultor D. Toni Tomás. Valencia, 2013.



167. 168. Izquierda: Ciudad Fallera de Valencia. Derecha: Una vista del interior de uno de los talleres falleros en pleno trabajo, Valencia. 2016.

En el polígono industrial de As Pontes, la Coruña, otro proyecto unifica tres conceptos: nave, taller y oficina. *Se trata de una edificación de 85 metros cuadrados de superficie cubierta-cerrada y 74 metros cuadrados de superficie cubierta-abierta*³⁵¹. El ocupante es un escultor cantero y, como bien nos indica en su página web el estudio responsable de la obra, *Efece Arquitectura*, la configuración en planta responde a las exigencias funcionales propuestas por el escultor: *Una nave de trabajo con dos espacios: uno abierto (pero protegido de los vientos dominantes en la zona) y otro cerrado para almacenaje de maquinaria y material), comunicada con otro cuerpo de servicio que contiene una pequeña oficina y un aseo-vestuario*. Se trata de un planteamiento arquitectónico con grandes ventajas espaciales para integrar y ejercer la fundición artística si así lo deseara su dueño.



169. 170. Izquierda: Diseño digital del taller-oficinas ejecutado por *EFECE ARQUITECTURA*. Derecha: Imagen del taller una vez finalizada su construcción en el polígono industrial de As Pontes, la Coruña.

³⁵¹ Taller-oficina para escultor cantero en As Pontes – A Coruña. En: *Efece arquitectura*. A Coruña (Galicia) Blog. 2010. [En línea] [Consultado 03/12/2015] Disponible en web: <http://www.efecearquitectura.com/?p=220>



171. 172. Taller del escultor ovetense Fernando Suarez Reguera en San Martín de la Vega, Madrid. Arriba: vista exterior del taller; Abajo: vista interior.

Una nave también puede ser una gran opción para albergar un taller compartido. Es el caso, por ejemplo de *El Hub del torn*, que agrupa a un buen número de ceramistas y ejerce una gran labor cultural en Barcelona. Una de sus integrantes es D^a Purificación Rodríguez Cotillas³⁵², con quien iniciamos este recorrido por las tipologías constructivas y con cuyas palabras vamos cerrando.

A. J. Naranjo: Una de las cosas con lo que te encuentras en estos casos es con el tema de las licencias. El hecho de que una persona haya montado o habilite una nave para albergar a artistas y artesanos está muy bien, pero también te limitará el trabajar con una maquinaria u otra, ¿no?

Purificación Rodríguez: No, esto es totalmente legal, esto es una Sociedad Limitada, entonces, al ser Sociedad Limitada, está todo registrado, todos los materiales, todo lo que es la instalación está hecha... Tenemos incluso alarmas, que hace poco han entrado y han puesto alarmas:

... si quieres echarle un vistazo al cuadro de la luz, que es importante y está genial. El cuadro de la luz te dice todo lo bien que están las instalaciones, cómo en seguida va a saltar... Tenemos una alarma de humo, que eso salta rápidamente también en el momento que hay algo. Hay una chica que hace cocciones en el horno eléctrico pero que le mete papel. Esto por ejemplo, el dueño no lo quiere mucho, porque el papel daña un poco la resistencia y porque también hace más humo, entonces tenemos que poner una chimenea especial para esa cocción, para que en seguida salga el humo de allí y luego pues, estar atentos porque puede saltar la alarma de humo; ese día hay que estar aquí.

... Cuando yo vine estaba ya en las instalaciones, hay tres hornos comunes, pero realmente no son nuestros, son del dueño. Nosotros los utilizamos y, ¿qué hacemos? Pagar la hornada en cuanto al volumen que utilizas, se te calcula cuánto estás consumiendo por el volumen que has metido de piezas y ya está, y tú pagas.

A. J. N: El tema económico, ¿lo ves rentable? Es decir, ¿no es un espacio caro?

P. R.: Está bastante bien.

³⁵² Entrevista a la ceramista D^a. Purificación Rodríguez Cotillas. Barcelona 2014.



PARTE II

[TÉCNICA Y ESPACIO]



CAPITULO IV

4. FUNDICIÓN ARTÍSTICA

En el presente capítulo, se estudian varias técnicas de fundición artística que, de una u otra forma, han demostrado su viabilidad en un espacio de taller dedicado a la escultura. Se analizan aspectos generales de cada una de ellas con el objetivo de disponer de datos suficientes para evaluarlas posteriormente de forma más exhaustiva y teniendo en cuenta los diferentes tipos de espacios o edificaciones implicados en el proceso de integración. Con ello pretendemos conocer la viabilidad de cada una de estas versiones en relación con los proyectos personales que el escultor pueda plantear según las posibilidades de su lugar de trabajo.

Para cada tipo de técnica aportaremos:

- Una introducción sobre su origen, ciertos aspectos cardinales e información sobre su presencia en la actualidad.
- Una descripción concisa del proceso de trabajo.
- Y una recapitulación o valoración final que sintetice lo anterior en puntos básicos.

Se trata de ser *concisos* en esta parte del trabajo exponiendo las diferentes técnicas de fundición artística, pues volveremos a ellas en el *Capítulo V*. Será entonces cuando seamos más exhaustivos basándonos en una serie de parámetros con los que evaluarlas.

Con este capítulo también cumplimos con uno de nuestros objetivos generales, esto es el facilitar a cualquier escultor, o investigador, interesado en la fundición artística un documento útil y completo al que recurrir para orientarse, iniciarse o profundizar en este campo.

4.1. Principios Básicos.

Cuando nos referimos a la fundición artística como *Técnica*, en realidad estamos hablando de un conjunto de técnicas, encauzadas hacia un propósito en principio bastante sencillo: llegar al metal como material definitivo en nuestra obra. Las etapas de trabajo destinadas a conseguir dicho propósito están claramente definidas. En éstas, el modo de resolver los problemas técnicos o los materiales utilizados condicionan el formato de las piezas a fundir, las infraestructuras, las medidas de seguridad necesarias..., e incluso determinan la técnica que estamos utilizando. Podríamos establecer la siguiente clasificación elemental de las fases de trabajo en fundición artística con estas diez etapas:

1. *Realización del modelo.*
2. *Montaje del Árbol de Colada.*
3. *Elaboración del Molde Refractario.*
4. *Descere o Eliminación del Modelo.*
5. *Secado / Cocción / Sinterización del Molde.*
6. *Fusión del Metal.*
7. *Colada.*
8. *Eliminación del Molde.*
9. *Eliminación del Árbol de Colada.*
10. *Repaso y Finalización de la pieza en metal.*

Hay que tener en cuenta, antes de profundizar y evaluar los métodos de fundición artística más adecuados para el taller de escultor, ciertos elementos básicos en fundición artística; conceptos como el de *Modelo*, *Molde*, *Metal* y, cómo no, *Fuego*.

El modelo a fundir marca el comienzo de todo el proceso. Es habitual la realización de una pieza escultórica con el fin de plasmar una idea definida exclusivamente en sus formas, una obra cuyo material definitivo no es aun concreto debido por no ser relevante para su concepción. Es por ello que la fundición artística es considerada por muchos una técnica de reproducción en metal. Sin embargo, posee cualidades suficientes para constituirse en un fin en sí misma. El escultor que proyecta una pieza en fundición y es consciente o participa de todo el desarrollo, puede dejar hilos sueltos en la concepción de la obra definitiva, deponiendo parte del modelo en manos del propio proceso y siendo permisivo con los posibles cambios. Si bien es cierto, que delegando parte de la responsabilidad de la obra escultórica en el azar o en los resultados casuales del proceso, se está admitiendo una crítica legítima de aquellos adeptos a la concepción de un proyecto escultórico íntegramente pensado por el artista. Pero también es cierto que tales licencias existen, y en muchos casos es incluso intencionada la búsqueda de añadidos y modificaciones producidas por el proceso técnico al elaborar la pieza escultórica.

El escultor puede enfrentarse a la creación de un modelo a fundir pensando íntegramente en el proceso de fundición artística, uniendo técnica y proyección escultórica en un conjunto indivisible.

El Molde es sin duda el alma de la fundición artística, la *Responsabilidad* materializada en un recipiente de extrema importancia para el proceso. Se genera en torno a la pieza a fundir – en contacto directo con ella-, registrando todos sus detalles y conformando su negativo volumétrico, un vacío que ocupará el metal para hacer surgir de nuevo las formas del modelo deseado transfigurado en el nuevo material. Recuperamos a continuación el cuadro de Paris Matía Martín en el que recoge una sencilla clasificación de moldes¹:

CLASIFICACIÓN ELEMENTAL DE LOS TIPOS DE CONVENCIONALES DE MOLDES					
RÍGIDOS	El material que recoge la impronta adquiere rigidez	PERDIDOS	De un solo uso, para obtener el positivo el negativo (el molde se destruye. Las piezas que lo constituyen pueden ser de un tamaño considerable y quedar trabadas con el original (generalmente de barro) ya que serán después eliminadas.		
		DE PIEZAS REUTILIZABLES	La rigidez del material fuerza a que las piezas sean de menor tamaño, puesto que no han de tener ningún enganche con el original, por lo que cada una de ellas abarca una superficie menor	A LA FRANCESA	Molde que consta de dos madreformas que contienen o engarzan al resto de las piezas y un una tercera pieza o base con un orificio para verter el material elegido para el positivo.
				A LA ITALIANA	Molde que consta de cuatro madreformas y dos casquetes (en la parte superior uno y otro inferior con orificio para la entrada del material de reproducción).
				MOLDES DE MATRICERÍA	Molde de cada uno de los elementos que forman un molde de piezas.
FLEXIBLES	A menudo reutilizables, aunque no siempre. Son generalmente de material elastomérico (natural o sintético), esto es, materiales con cierto grado de elasticidad y flexibilidad que permiten su extracción del modelo con facilidad y en piezas de mayor tamaño. Siliconas, alginatos, elastómeros sintéticos (poliuretano, polivinilo, etc.) y naturales (colas, gelatinas).				
MIXTOS	Cuando la impronta se obtiene simultáneamente con elementos rígidos y elementos flexibles en el mismo molde.				

Tabla 1.

¹ MATÍA, Paris; BLANCH, Elena; DE LA CUADRA, Consuelo; et al. *Procedimientos y Materiales en la obra Escultórica*. Gallego, Rosa (ed.); Matía, Paris (coord.). Madrid: Ediciones Akal, S.A., 2009, pp. 117-118.

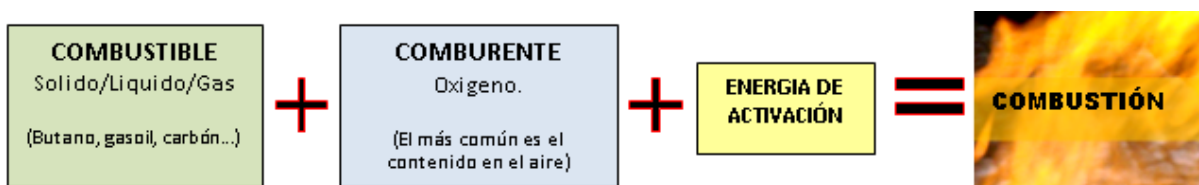
Los moldes refractarios empleados en fundición artística suelen ser rígidos y de una sola pieza, aunque existen excepciones como los procesos de moldeo a la arena². Por lo general, se procura eliminar el modelo sin que se afecte al molde y manteniéndolo de una sola pieza hasta la colada tras la cual es destruido para liberar la obra ya en metal. Entre las cualidades que definen un buen molde de fundición se ha de encontrar un alto grado de refractariedad, porosidad y una buena resistencia a la presión metalostática que produce el metal fundido al entrar en él.

Entre los materiales que componen el molde se encuentra; el refractario, normalmente estucos silíceos en estado granuloso, del que se compone mayoritariamente el molde; y el aglutinante que permite la unión o compactación de las partículas del refractario. Estas son las cualidades básicas de estos componentes aunque, como veremos en su momento, dependiendo de sus particularidades físicas ofrecerán otras ventajas al molde.

Pero, si el molde carga con la responsabilidad del proceso de la fundición, sin lugar a dudas existe un binomio que adquiere el protagonismo: Metal y Fuego. Juntos aportan a la fundición artística cuerpo y alma; el metal es quien finalmente materializa la pieza escultórica, su presencia aunque, el responsable de la metamorfosis experimentada por el metal para lograr la forma es el fuego.

*Cuando preguntamos ¿Qué es el fuego?, inmediatamente llega a nosotros un combinado visual y sensitivo, una imagen: la luz, una sensación: el calor, y el tercer elemento parece casi un desconocido: la combustión. Si unimos esos tres términos, el resultado es que el fuego es calor y al mismo tiempo luz producidos por una combustión. O dicho de otra manera, podemos describir que el fuego es una manifestación visual de la combustión.*³

Y esta combustión es posible, fundamentalmente, gracias a la interacción de tres elementos básicos: el combustible, el comburente y una fuente de energía de activación.



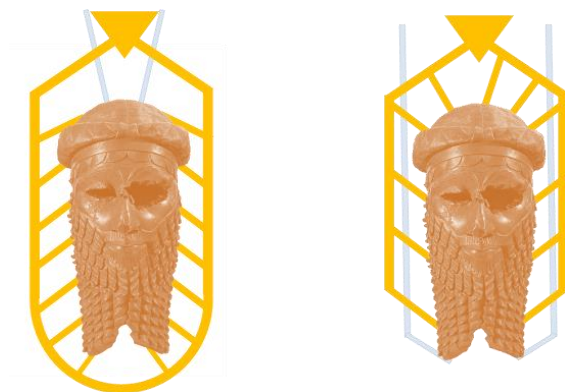
1. Esquema básico de los tres elementos responsables de la combustión.

² También están los moldes de coquilla, moldes metálicos cuya rentabilidad se encuentra precisamente en que se trata de un molde a piezas reutilizable y el cual puede proporcionar un gran número de positivos en otros metales de menor o igual punto de fusión.

³ DEL PINO, Soledad. Del fuego primigenio y demás prácticas experimentales primitivas de fundición. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009, p. 2.

En cuanto a los posibles metales o aleaciones susceptibles a los que recurrir para un proyecto escultórico, en el presente trabajo no se realizó un análisis exhaustivo en ese sentido y básicamente se toman como referencia aquellos que tradicionalmente son más empleados en la fundición artística. Gran parte de los datos facilitados, como por ejemplo en referencia a las temperaturas o tiempos de fusión, suelen estar basados en el trabajo con aleaciones no férreas con base de cobre o aluminio por ser comunes en las prácticas que se han llevado a cabo.

Si se desea evaluar con criterio las diversas formas de realizar una pieza en metal a través de la fundición, han de conocerse los procedimientos que intervienen lo mejor posible, y tener muy en cuenta aquello que los define. Es decir, analizar en profundidad cada una de las fases técnicas y los elementos básicos que caracterizan la fundición artística. No es fácil por tanto realizar una clasificación, ya que existen una serie de factores que, tenidos en cuenta como organizadores, ofrecen diferentes posibilidades de tipificación. Si atendemos, por ejemplo, al modo en que es dirigido el metal fundido para llenar el molde refractario, existe la posibilidad de que el metal llegue de un modo directo a la pieza o a través de un sistema de llenado indirecto. Se hablaría en dicho caso de técnicas de *colada directa o indirecta*.



2. En la imagen se ejemplifican los dos tipos de árboles de colada. Izquierda: técnica indirecta; Derecha: técnica directa.

El material refractario que utilicemos para la realización del molde condiciona notablemente, ya que trae consigo un conjunto de cualidades físicas relevantes para su conformación. El material es quien, junto a la morfología del modelo en cera, determina el diseño final del molde refractario que recibirá el metal fundido.

Un molde de fundición ha de soportar una serie de procesos, que alterarán en ocasiones hasta sus características físicas. La mezcla de ladrillo picado y escayola tras ciertas intervenciones, como puede ser el descere, ofrece unas condiciones diferentes a las brindadas por la cáscara cerámica o la arena en cuanto a su fabricación, manipulación, preparación para el llenado o resistencia a la presión metalostática.

La pieza a fundir puede ser también un motivo de elección para el escultor. No todas las maneras de fundir aceptan cualquier clase de modelo. Que sea rígido, por ejemplo, es muy apropiado para trabajar *a la arena* que no contempla el descerado en su proceso, mientras

la cascara cerámica admite trabajar incluso con varios materiales orgánicos, una característica que también nos ofrecen otras técnicas de fundición *a la cera perdida*. En este sentido con la aparición de los materiales gasificables se abre un camino de trabajo interesante que facilita el proceso en ciertas fases de la fundición y se adecua bien a cualquiera de sus modalidades. En una fundición a nivel profesional, el fundidor olvida estas circunstancias dado que los procesos están normalizados. También es cierto que, motivados por la optimización y simplificación de los procesos, algunas fundiciones del ámbito se caracterizan por una constante innovación en las metodologías constituyendo verdaderos ejemplos de evolución técnica..

Si atendemos al cómo o de qué manera se ha vertido el metal fundido podríamos encontrarnos con otra clasificación, completada en cierto modo por el tipo de crisol que utilicemos. Lo más habitual es verter el metal inclinando el recipiente que lo contiene hacia el molde que ha de recibirlo, siendo la gravedad la fuerza que principalmente interviene en el proceso. Ese vertido por gravedad puede partir de un crisol exento e independiente, incorporado al propio molde o fijado a una estructura de modo que se le permita bascular. La fuerza centrífuga es también utilizada con el mismo fin que la fuerza de gravedad. En el caso de la fundición por centrifuga no estaríamos hablando propiamente de un vertido, quizás de una técnica asistida o de colada forzada, pero se logran muy buenos resultados de registro. Este tipo de llenado, como el de vacío, es muy empleado en fundiciones donde la precisión es un factor relevante o es necesario por una limitada sección o tamaño del modelo.

Dentro de los sistemas de llenado por gravedad podemos encontrar aquellos que requieren de la intervención de cierto personal cualificado que bascule el crisol o aquellos que poseen, por así decirlo, una autosuficiencia de vertido y lo realizan de un modo automático sin la asistencia externa.

FACTORES DE CLASIFICACIÓN EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA	
Con respecto a / al:	Podemos hablar de:
Vertido	Por Gravedad; Al vacío; Por Centrifuga; Por Inyección;...
Tipo de crisol	Exento; Incorporado; Basculante; Fusible;...
Material refractario para el Molde	<i>Chamota o Picadizo</i> ; Arena; Cerámico; Metálico; Pétreo; etc.;...
Circuito de llenado	Directo; Indirecto; Molde Abierto;...
Modelo	Cera Perdida; Gasificables; Rígido; Orgánico;...
Combustible	Inducción, gas, eléctrico, gasoil, carbón

Tabla 2.



4.2. Diferentes Versiones para Diferentes Necesidades.

4.2.1. Fundición artística con moldes de *olla* o *a la italiana*.

El *método a la italiana* con *moldes de olla* es una técnica de fundición longeva. Su práctica, aún hoy muy común en las fundiciones profesionales en el ámbito artístico, refleja un extraordinario control sobre los fundamentos físico-técnicos de la actividad, fruto del conocimiento adquirido a lo largo de los siglos.

Se encuentra dentro de las denominadas *técnicas de fundición a la cera perdida*, pues en cera suele realizarse el modelo transitorio mediante el cual se obtiene el molde refractario. Aunque, cada vez es más usual trabajar con poliestireno u otros materiales sintéticos, – sobre todo en sectores industriales- o polímeros biodegradables, como por ejemplo el ácido poliláctico. La función básica de la pieza en cera es ceder su sitio al metal fundido, siendo eliminada sin grandes dificultades una vez construido en torno a ella el dicho molde.

Es frecuente que el modelo original -consecuencia del trabajo directo del escultor- sea generado en materiales estables, como en barro, yeso, madera, resinas de poliéster, etc. Esto supone la necesidad de un vaciado previo al proceso de fundición propiamente dicho para obtener una copia en cera. Es poco habitual en el trabajo cooperativo existente entre escultores y fundiciones profesionales que la pieza original a reproducir en bronce sea realizada directamente en cera desde su gestación. Sin embargo, en centros universitarios y algunos cursos de formación artística no reglada se observa gran interés en valorar no solo el papel de la cera como un elemento destacable dentro de un proceso técnico, sino también su potencial como material de creación escultórica al margen de la fundición.

Una de las singularidades de cada método es la composición del molde refractario encargado de recibir el metal fundido. La argamasa con la que se elaboran es el resultando de mezclar yeso, ladrillo cocido⁴ -molido y tamizado en diferentes granulometrías- y agua.

No pretendemos analizar exhaustivamente los orígenes históricos de cada método de fundición, no obstante conocer aspectos de su evolución técnica puede ayudar a comprender mejor sus particularidades. Por ejemplo, el perfeccionamiento del moldeo a piezas en yeso parece haber sido una de las causas que llevaron a los antiguos fundidores a utilizar esta combinación de yeso y *picadizo* en trabajos de fundición. En el vaciado en metal de figuras complejas las tierras arcillosas utilizadas normalmente dificultaban la fabricación de los *noyos* y requerían un arduo proceso de aplicación y secado, mientras que la mezcla

⁴ Este material puede ser sustituido por otro tipo de refractario que presente cualidades similares, como la arena lavada de alto contenido en sílice, arena de circón, picón volcánico... etc.

de yeso y ladrillo ofrecía tanto fluidez para llegar a todos los rincones de la pieza, como un fraguado rápido y buenas cualidades refractarias⁵.

*... hay aún otro procedimiento que es algo más fácil pero no tan seguro como el antes descrito. Consiste en que, en vez de hacer de tierra el núcleo de las figuras, se puede hacer de yeso mezclado con hueso molido y con ladrillo triturado. Si el yeso es de buena calidad, el procedimiento es más fácil de ejecutar, porque, en vez de aplicar las capas poco a poco, como se hace cuando es de tierra, el yeso puede licuarse con las mencionadas cosas mezcladas, tomando una parte de yeso y otra entre hueso y ladrillo; de este modo se forma como una especie de salsa que se echa en el molde sobre la lasagna y se cuaja rápidamente.*⁶

La utilización de morteros refractarios de fabricación industrial como posibles sustitutos o añadidos a la *chamota* son algunas de las propuestas de algunos investigadores como los Doctores D. César Valle o D. Ignacio Villar, ambos docentes de la facultad de BB.AA de Salamanca. Sus conclusiones al respecto, recogidas en el texto para las actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística celebrado en Valencia en 2006, son una buena muestra de la motivación y las expectativas puestas en esa línea de trabajo:

*Todo esto no es para nosotros un punto final en el proceso de investigación en la fundición en bronce, nos deja abiertas nuevas expectativas, como poder triturar y preparar nuevos compuestos y mezclas de materiales, controlar la granulometría, investigar con otros aglutinantes que puedan estar relacionados con la cerámica, por ser ésta una especialidad relacionada directamente con la alta temperatura. Todo ello pone ante nosotros nuevos retos difíciles de no aceptar.*⁷

Sin faltar a su palabra, Cesar Valle e Ignacio Villar comparecieron los resultados obtenidos al incorporar nuevos materiales como el Silestone en la mezcla de picadizo y escayola con otros investigadores y compañeros en el II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística de 2009. Ante todo, estas aportaciones son la muestra de que se han abierto nuevos caminos en torno al esquema tradicional de fundición a la italiana, sin afectar a sus principios básicos, su estructura, la esencia del método, únicamente

⁵ CORREDOR MARTÍNEZ, Juan Antonio. *Técnicas de Fundición Artística*. 1ª Edición. Granada, España: Universidad de Granada. Antiguo Colegio Máximo, Campus Universitario de la Cartuja, 1997, p. 182-183.

⁶ CELLINI, Benvenuto: *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura*. Calatrava Escobar, Juan (trad.). Madrid: Ediciones Akal S.A., 1989. Fuentes de arte nº8, pp. 168-169

⁷ VALLE, César; VILLAR, Ignacio. Mejoras en los moldes tradicionales de picadizo, selección de escayolas de características especiales. Refractariedad del picadizo. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia, España: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, p. 102.

contribuyendo con recursos materiales surgidos en nuestra vida diaria y sobre todo de una industria en crecimiento.



3. 4. Superior: Colocando el crisol en el maneral, momento previo a la colada del metal; Abajo: colada del primero de los moldes de chamota. Priego de Córdoba, 2011.

Puntualizamos los rasgos más significativos del método de fundición con molde de *olla o picadizo*:

- Pertenece a las denominadas técnicas de fundición a la cera perdida. Tanto el modelo a fundir como el árbol de colada son realizados en cera y eliminados del molde refractario cediendo su espacio al metal fundido.
- El sistema de colada es indirecto. Los bebederos principales conducen el metal fundido a la zona inferior de la pieza. Los bebederos secundarios favorecen un llenado ordenado y ascendente, que es complementado con una adecuada evacuación de gases gracias a la inclusión en la parte más alta del circuito de los respiraderos.
- El molde refractario es una mezcla de escayola y ladrillo molido. Aunque se puede trabajar con combinaciones alternativas de escayola y otros materiales refractarios como la arena.
- El aspecto del molde refractario de *olla* es compacto, diferenciándose de otros métodos de fundición que se caracterizan por conformar el molde mediante capas o revestimientos sucesivos⁸, y se obtiene al verter la mezcla de escayola, *picadizo* de ladrillo –u otro árido refractario- y agua en un encofrado ajustado al modelo en cera.
- En el proceso de descere el molde es cocido, mediante una secuencia lenta y controlada, en mufla u horno -industrial o de fabricación propia- con el fin de eliminar completamente el modelo y deshidratar el molde adecuadamente.
- Es necesario recurrir a un crisol exento para el fundido y colada del metal.

⁸ Como en los moldes de cáscara cerámica, en los que la forma del modelo se sigue percibiendo, después del revestimiento.



4.2.2. Fundición artística con moldes de cáscara cerámica.

La fundición artística con molde cerámico por revestimiento comparte algunos aspectos con el método anterior pero también manifiesta claras diferencias. Uno de los puntos en común lo encontramos en el carácter efímero tanto del modelo de fundición como del propio molde. Puede decirse incluso que ambos métodos personifican hoy día, y en igual medida, el concepto de *fundición artística a la cera perdida*. El material cerámico utilizado para la preparación de los moldes es determinante, afectando a sus propiedades, a su fisonomía y en gran medida a casi la totalidad del proceso. No se trata de un tipo de técnica desconocida ya que podemos encontrar referencias a ella en muchas publicaciones, la mayor parte en el sector industrial pues desde las *bellas artes* la investigación en este campo ha resultado ser algo escasa –al menos hasta hace relativamente poco-. El escultor Dr. D. Martínez Corredor dedica una parte de su libro “Las Técnicas de Fundición Artística”⁹ al trabajo con moldes de cáscara cerámica, pero solo un fragmento moderado pues en general centra su discurso en el método tradicional a la italiana. Será la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos Martínez quien publique en castellano el primer análisis verdaderamente exhaustivo sobre la fundición artística con cáscara cerámica como resultado también de su tesis doctoral¹⁰. Una investigación desde y para el campo de la escultura.

Hemos comentado que el uso de *chamota* para moldes de fundición se remonta al siglo XVII, pues bien, al uso de moldes cerámicos se le estima un origen aún más antiguo. Digamos que se trata de una tecnología arcaica. La Dra. D^a. Carmen Marcos estima la práctica en fundición *a la cera perdida* en el III milenio a.C. y entre sus ejemplos: el venado de *Alaça Hoyük, de Ankara* y el *Carro del Sol de Trundhoim* del 1300 a. C. Pero destaca el descubrimiento de 1972 en Gussage, Inglaterra; una fábrica del siglo I a.C. que reveló más de 7000 moldes cerámicos, empleados para la fundición de bridas y otros accesorios de bronce, lo que da buena muestra del uso de este tipo de matrices cerámicas¹¹. También menciona la vigencia de algunas técnicas primitivas -practicadas en Katmandú o Papúa Nueva Guinea- donde la similitud con el método de fundición con cáscara cerámica es notoria¹².

⁹ CORREDOR MARTÍNEZ, Juan Antonio. *Técnicas de Fundición Artística*. 1ª Edición. Granada, España: Universidad de Granada. Antiguo Colegio Máximo, Campus Universitario de la Cartuja, 1997, pp. 216-224.

¹⁰ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Escultura. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, D.L. 2002. 1 disco (CD-Rom), 12 cm Ref.: 2002.5081. [Tesis Doctoral].

¹¹ *Ibíd*em, pp. 206-215. Recomendamos encarecidamente la lectura de estas páginas pues aporta información muy interesante sobre el procedimiento de trabajo *arcaico* llevado a cabo para la fundición de pequeñas piezas a la cera perdida hace miles de años.

¹² *Ibíd*em.

Aunque para situar el origen tecnológico de este método de fundición artística retrocedamos milenios en el tiempo, sin embargo, *The Ceramic Shell Casting* -tal como la conocemos hoy en inglés.- es de una actualidad considerable. Las primeras experiencias con este material surgen en la década de los cuarenta a manos de la industria dental y aeronáutica estadounidense¹³; tiene un rápido acomodo en todo el sector metalúrgico, destacando por sus resultados dentro de la fundición de precisión; tras lo cual empieza a hacerse un hueco en muchas fundiciones artísticas profesionales –sobre todo fuera de España-. Lo que no podemos es responsabilizar directamente a la industria de la inclusión de este sistema de fundición por revestimiento cerámico en el taller de escultor. Esa responsabilidad recae significativamente en las iniciativas llevadas a cabo en el campo de la enseñanza artística.

La Dra. D^a. Carmen Marcos recuerda detalladamente las primeras actividades promovidas por el químico metalúrgico -y escultor- Mr. David Reid con el fin de mostrar las posibilidades de la Cascara Cerámica para la creación y la producción escultórica¹⁴. Este especialista neozelandés encuentra un fiel aliado en el Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo -catedrático de escultura en la Facultad de Bellas Artes de la Laguna-, quien supo ver, tras un primer contacto en la Central Saint Martin's School de Londres en 1991, las posibilidades plásticas y el potencial didáctico de esta técnica. Tenerife se convierte desde entonces, con el Dr. D. Juan Carlos Albaladejo a la cabeza, en parainfo de un método de fundición artística alternativo al sistema tradicional con moldes de *chamota*, y fundamentado en las cualidades de la Cascara Cerámica.

Al primer curso que Mr. David Reid impartiera en la Facultad de Bellas Artes de Tenerife, invitado por el Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, le siguieron muchos otros que propiciaron el estudio de esta técnica, e incluso su incorporación en calidad de materia educativa, en el marco de la enseñanza superior artística¹⁵.

La fundición artística con moldes de cáscara cerámica muestra desde sus inicios grandes posibilidades para integrarse en el taller del escultor; y aunque, como se ha mencionado mantiene muchas similitudes con el procedimiento *a la italiana*, se modifican sustancialmente varias fases de trabajo. El molde de Cáscara Cerámica está compuesto por dos elementos básicos; un material refractario y un aglutinante. El más común de éste último es el Sílice Coloidal, que está basado en agua, aunque también podemos encontrar el Etil Silicato que dada su naturaleza alcohólica seca con mayor rapidez. En lo referente al refractario podemos encontrar: Sílice, Circón, Silicatos de aluminio, Alúmina...etc. Entre los

¹³ Ibídem, p. 206.

¹⁴ Ibídem, pp. 214-215.

¹⁵ Véase: AGUILAR GALEA, José Antonio. La Investigación Sobre Fundición Artística en las Facultades de Bellas Artes Españolas. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. 2002, núm. 0, pp. 131-157, pp. 138-139.

silicatos de aluminio se encuentra el producto conocido comercialmente como *Moloquita* uno de los más empleados -junto a la Alúmina- en las Facultades de Bellas Artes y los cursos en fundición artística. La Dra. D^a. Carmen Marcos proporciona en su tesis una información bastante completa de estos materiales refractarios y sobre todo de la *Moloquita*.¹⁶

Está técnica siendo un campo fértil de estudio. Muchas Facultades de Bellas Artes en España tienen abiertas varias líneas de investigación, entre ellas el conocer los límites y potencial de la propia cáscara cerámica en el campo de la Escultura, la Tesis Doctoral *La cascarilla cerámica como material escultórico* del Dr. D. Lucido Petrillo forma parte de los frutos de tanto trabajo. Esto provoca cierta irresolución, ya que los pasos que se han ofrecido con anterioridad para la fabricación del molde cerámico se encuentran bajo observación y por lo tanto se aportan, con cierta frecuencia, nuevos resultados. De hecho, se aprecian cambios en la fabricación y uso de estos moldes según la universidad o los centros de estudios que observemos. Como en cualquier taller, se acomoda la técnica a sus recursos o a la forma de plantear las cosas. Cuatro de las ponencias presentadas en el II Congreso Internacional de Investigadores en Fundición Artística¹⁷ basaban su investigación, directa o indirectamente, en las propiedades físicas y plásticas de la Cáscara Cerámica. Destacamos, al respecto de dicho congreso, los estudios de resistencia aportados por el Dr. D. Lucido Petrillo, así como las exposiciones de los doctores D. Joan Valle y D^a. Carmen Marcos acerca del sistema *C.C.E. (Cáscara Cerámica Express)*, que reduce considerablemente los tiempos de elaboración de los moldes refractarios y aporta nuevos planteamientos, por ejemplo respecto a la conservación y descerado de los mismos. Y a lo que se suma el proyecto de microondas para el descerado de moldes de cáscara cerámica del Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo.

A continuación los rasgos más significativos del método de fundición con molde de cáscara cerámica:

- Identificada como una técnica de fundición a la cera perdida. Tanto el modelo a fundir como el árbol de colada son realizados generalmente en cera y eliminados del molde refractario para dejar su espacio al metal fundido.
- El sistema de colada es directo. Los bebederos principales y secundarios distribuyen el metal fundido directamente por toda la pieza de arriba abajo en un recorrido descendente.
- Las propiedades físicas de la cáscara cerámica -su porosidad, resistencia a la presión, etc.- favorecen una correcta evacuación de gases, reduciendo considerablemente el número de respiraderos al mínimo -llegando incluso a prescindir de ellos-.

¹⁶ Ibídem, pp. 252-259.

¹⁷ *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. Marcos Martínez, Carmen (coord.). [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009.

- El molde de Cáscara Cerámica está constituido por dos componentes básicos; un material refractario y un aglutinante. El aglutinante más común en fundición artística es el Sílice Coloidal basado en agua y entre los materiales refractarios más comunes se encuentran los Silicatos de Aluminio, Sílice o Alúmina.
- El modelo en cera –con todo el sistema de colada- ha de soportar el peso del conjunto durante la elaboración del molde en cáscara cerámica.
- En este método el molde refractario se obtiene mediante la aplicación de capas sucesivas de material cerámico sobre el modelo, normalmente realizado en cera. Por ello, el aspecto del molde refractario se encuentra determinado por las formas del modelo a fundir tras la incorporación del árbol de colada.
- El proceso de descere se realiza tradicionalmente por choque térmico, propiciando la eliminación rápida del modelo y minimizando los riesgos de rotura del molde por las dilataciones. Sin bien se ha avanzado bastante en este sentido y hoy se descera mediante proceso gradual reforzando los moldes con fibra, con llama directa, por microondas o, como incluimos en este proyecto, por inmersión en agua hirviendo de las matrices cerámicas.
- Vertido de metal en molde precalentado.

En la cocción de un molde a la italiana, corremos el riesgo de excedernos en su deshidratación, debilitando las paredes internas del molde y provocando daños en este durante el vertido, o quedarnos cortos y que los residuos de cera sin eliminar traiga consigo graves problemas. Trabajar con moldes fabricados por revestimiento de cáscara cerámica comporta otros riesgos. Las dilataciones que sufre la cera en su interior con los cambios de temperatura pueden provocar fracturas en el revestimiento cerámico. Un proceso de cocción lenta, con temperaturas graduales similar al que se someten esos moldes, aumentaría las posibilidades de que se fisuren los de cáscara y para evitarlo se practica un descerado y sinterizado por *choque térmico*.



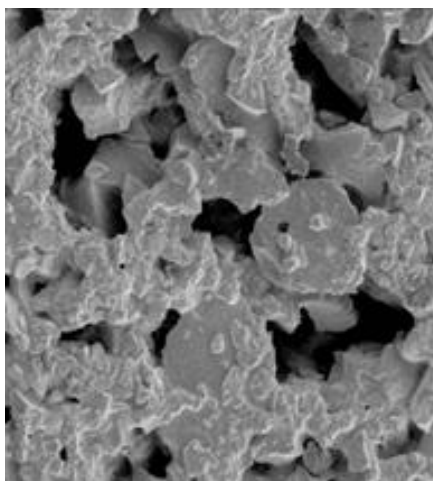
5. Detalle de la parrilla de una *campana de descere* en pleno proceso. Priego de Córdoba, 2007.

Durante este proceso, la presión provocada por la dilatación de cera en cierta medida puede ser desahogada mediante la incorporación de pequeños aliviaderos. Estos desagües se añadirían a la pieza en cera, a modo de pequeños respiraderos, en aquellas zonas que por experiencia se sabe que corren el riesgo de sufrir roturas. Otra de las posibilidades que contemplamos es realizar pequeñas perforaciones en algunos puntos de la superficie del molde. *Incluso con todas estas precauciones, la cascarilla es sometida a grandes tensiones, que su alta porosidad disminuye*¹⁸ pero que no garantiza la supresión total de roturas.

Si podemos someter a este material cerámico a un descerado forzado y violento es gracias a la extremada porosidad que posee, que la convierte en mejor difusora de calor, exigiendo por tanto de menos precauciones en el calentamiento¹⁹. Esta cualidad no solo afecta al proceso de descerado y cocción, también al diseño del árbol de colada. La porosidad propia del molde de cáscara hace posible la eliminación, casi total, de respiraderos y permite un sistema de bebederos que conduzcan el metal fundido directamente a la pieza.

¹⁸ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, p. 381.

¹⁹ *Ibídem*, p. 379.



6. Vista al microscopio de una muestra de cáscara cerámica cocida a 700º, realizada por la Dra. D^a. Carmen Marcos y publicada en “Catálogo visual de la morfología de materiales habituales en el laboratorio de fundición”

Son manifiestas las ventajas que aporta una adecuada traspiración y porosidad en un molde para fundición, por ello es vital no anular esas cualidades.

La eliminación del modelo en cera y posterior sinterizado del molde cerámico mediante choque térmico, quizás sea el procedimiento tradicional en talleres de escultura, aun así existe la posibilidad de realizar dicho proceso en una mufla o utilizar una autoclave o licuadora a vapor.

El descere por autoclave consiste básicamente en procurar un calentamiento rápido a base de vapor presurizado dentro de un recipiente recubierto... Entre sus ventajas, el horno de autoclave iguala la presión ejercida por el modelo con la del vapor de agua que causa el descere, quedando la cascara libre de presiones, pues es el límite de ambas, el punto cero.²⁰

4.2.2.1. Método de Descerado por Inmersión en Agua Hirviendo.

Llegados a este punto quisiéramos hacer un inciso. Tantos años de fundición artística en nuestras aulas universitarias y todas las investigaciones con la cascara cerámica como protagonista, han servido para conocer mejor este material y ponerlo al límite en múltiples circunstancias. Hoy por hoy se somete a procesos de descerado y sinterizado muy diversos, entre los que la cocción con curvas de temperaturas graduales sigue siendo el más empleado en el ámbito educativo. El *choque térmico*, que quizás sea el sistema más efectivo hasta el momento para salvaguardar las propiedades de la cáscara cerámica, por el contrario es agresivo, provoca grandes llamaradas, emite mucho humo y suele llevarse a cabo con equipos experimentales por lo que no es bien acogido por los responsables en la prevención de riesgos laborales de los centros universitarios.

El horno de cocción cerámica o mufla se convirtió en una alternativa al *choque térmico* por dos razones; por que cumple bien con las exigencias en seguridad y por tratarse de equipos técnicos habituales en las facultades de BB. AA. Para conseguir la adaptación de los moldes

²⁰ Ibídem, p. 381.

de cáscara a los hornos de cocción gradual se analizaron las ventajas de añadir a su composición fibras que aumentarían la resistencia del revestimiento. Sin embargo, los moldes de cáscara cerámica perdieron parte de sus cualidades físicas –por ejemplo se vio disminuida su porosidad- aunque el objetivo principal se consiguió, acomodándose muy bien al sistema de cocción gradual con mufla.

El refuerzo de fibra de vidrio en los últimos rebozados de la pieza en cera no solo fortalece el molde para soportar el descerado, sino también para prevenir fisuras causadas por la dilatación de la cera mientras esperan a ser descerados. Los cambios de temperatura ambiente constituyen un riesgo para las cáscaras mientras aun contenían cera, por eso cuando trabajamos con moldes de cáscara sin fibra la fase de descerado y sinterizado de éstos se acomete en cuanto los moldes terminan de secarse correctamente –sin demorarlo mucho-. Actuar consecuentemente con este problema no es difícil en un taller de escultura particular, pero los horarios de una asignatura de fundición no suelen estar tan adaptados a la actividad, más bien es la actividad la que se adapta a ellos. Por lo que trabajar con moldes de cáscara cerámica reforzada con fibra ha solventado también un problema de almacenamiento y tiempos de trabajo en las aulas.

Parafraseando al Dr. D. Juan Carlos Albaladejo *los moldes de cáscara cerámica se pueden descerar con una cocción gradual, ya está... ya lo hemos dicho*²¹. Junto a esta afirmación queremos destacar el hecho de que el revestimiento de cáscara cerámica con Sílice Coloidal como aglutinante gelifica y *no puede recuperar su estado líquido*²², o como bien explicó la Dra. D^a. Carmen Marcos:

*Comparando (la cáscara cerámica) con el proceso de un material cerámico normal, en su fase de pérdida de agua higrométrica, surge la primera diferencia: en nuestro caso no se puede volver a recuperar el material una vez se ha producido esa pérdida. Todo el que haya trabajado alguna vez con moloquita conoce la extraordinaria dureza de una barbotina completamente seca en su recipiente contenedor. El motivo de esta imposibilidad reside, como decíamos en la naturaleza del sílice coloidal, concretamente en su carácter estructural, que se ha estudiado dentro de los procesos sol-gel.*²³

Teniendo ambos principios como referencia; 1. Se puede descerar con curvas de calor graduales y 2. La cáscara cerámica al gelificar ya no le afecta el agua, creemos más que viable un descerado gradual en agua hirviendo, por inmersión completa, de aquellas piezas resueltas con moldes de cáscara cerámica.

²¹ ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Iván. Fundición a la cera perdida: Cellini y la Magnetita. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. 2006, núm. 4, pp. 13-28.

²² PETRILLO, Lucido. *La cascarilla cerámica como material escultórico*. Tesis doctoral. Miquel Àngel Planas Rosselló (Dir.); Joan Antoni Valle Martí (Dir.). Facultad de Bellas Artes, Universidad de Barcelona. 2012, p.39. [En línea] [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35441/19/03.PETRILLO_3de9.pdf

²³ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, pp. 378-379.

Se trata de un principio básico, presente en la consciencia de muchos investigadores que sin lugar a dudas conocen las cualidades del material cerámico. Sin ir más lejos, en su tesis doctoral la Dra. D^a Carmen Marcos expuso su experiencia con *moldes de cáscara cerámica y modelos de carbonato cálcico*²⁴, los cuales sumergía en ácido clorhídrico rebajado en agua (*1 parte de ácido por 9 de agua*) -y en ebullición-, para posteriormente limpiarlos con agua hirviendo de nuevo²⁵. O algunas de las probetas esféricas usadas para las pruebas de porosidad: A éstas les aplicó una capa de cera para generar una junta de dilatación entre la cáscara y el poliestireno –principal componente del modelo- y según nos contó en una de nuestras entrevistas, también recurrió en algunos casos al agua hirviendo para eliminar esa cera sin afectar al núcleo de poliestireno expandido o lo que es lo mismo que éste no afectara al molde²⁶. Sin embargo, aún no se ha considerado ampliamente como un sistema descerado más entre los habituales al trabajar con moldes de cáscara cerámica, tal vez por falta de una necesidad infranqueable o quizás porque se han encontrado otros medios. Creemos ser los primeros en incorporar este método descerado dándole la importancia que merece, sobre todo si lo situamos en el marco teórico de este proyecto de tesis doctoral. Citando a la Doctora Carmen Marcos:

*Las vías de investigación en cuanto a la técnica no se han agotado de ninguna de las maneras, es como decir que ahora que sabemos el abecedario ya no se puede escribir poesía, no, de ninguna manera. Puede ser que en técnica no sea tan exagerado, o que las cosas que van apareciendo no sean tan relevantes, o tan espectaculares, pero los avances se siguen sucediendo y continuarán.*²⁷

A continuación facilitamos los datos obtenidos tras un primer ensayo con seis muestras de un mismo modelo:

DESCERADO CASCARA CERÁMICA POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO (DIAH)		
TÍTULO DE LA TIRADA: “Aquí Vive Escultor-a Fundidor-a”		
FORMA DE LAS PIEZAS: BAJO RELIEVE	MEDIDAS: 165 mm X 165 mm X 10 mm	NÚCLEO: No
VERSIÓN TÉCNICA: MICROFUSIÓN POR GRAVEDAD CON CASCARA CERÁMICA Y CRISOL INCORPORADO		
TIPO DE CERA: 60 % Cera de Abeja / 15 % Parafina / 25 % Colofonia		
GROSOR PIEZA CERA: 4 mm	GROSOR BEBEDEROS: 12 mm Ø	

²⁴ Ibídem, pp. 322-327.

²⁵ Ibídem.

²⁶ Ibídem, pp. 349-352; Entrevista a la Prof^a. Dra. D^a. Carmen Marcos en Valencia, 2013.

²⁷ VILA MOSCARDÓ, David. *La revolución de la cascarilla cerámica. Estudio de dos casos de aplicación en la fundición artística valenciana actual: la Facultad de Bellas Artes de Altea, la empresa del artista Jaume Espí*. Tesis doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Arte, Alicante, España, 2015, p. 691. [En línea] [Consultado: 05/01/2017] Disponible en web: <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarSeleccion.do>

MODELO A: Sólo Cáscara Cerámica					
PIEZA I					
PESO CERA: Pieza 138 gr. / Huevo 115 gr. Peso Total con Árbol de Colada: 321,6 gr			PESO CARGA DE BRONCE: 2200 gr.		
PIEZA II					
PESO CERA: Pieza 120 gr. / Huevo 81 gr. Peso Total con Árbol de Colada: 268.8 gr			PESO CARGA DE BRONCE: 2000 gr.		
CONFORMACIÓN DEL MOLDE					
FECHA / ESTACIÓN: - Comenzamos la actividad el 19-8-2016 / VERANO en Sevilla - Primera Capa a las 12:30			TEMP. AMBIENTE MEDIA: 27 °C con aire acondicionado. 29 °C Temperatura ambiente sin aire.		
RECUBRIMIENTO APLICADO CON/POR			PINCEL X	VERTIDO X	INMERSIÓN
	Nº DE CAPA	TIPO DE BARBOTINA	TIPO DE ARIDO / FIBRA ...		TIEMP SECADO
12:30	1ª CAPA	Barb.+Talc.+Graf.			6 H.
18:30	2ª CAPA	Barb.+Talc.+Graf.	Árido Fino		3 H.
21:30	3ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Fino		13 H. *
10:30	4ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Fino		3 H.
13:30	5ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Medio		3 H 40 min
17:10	6ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Medio		
13:10	Tiempo de secado antes del descere				20 H.
DESCERADO POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO					
Quemador: <i>Paellero de gas</i> -dos roscas-			Combustible: Butano		
Recipiente: Olla de Aluminio 32 l. de capacidad					
Cantidad de Agua usada: 20 litros		El agua llega a su punto de ebullición en: 15-20 min.			
		TIEMPO DE DESCERADO		RESULTADOS	
INMERSIÓN DE LA PIEZA I		12 min.		No se aprecian roturas.	
INMERSIÓN DE LA PIEZA II		13 min.		No se aprecian roturas.	

Tabla 3.

* Se recogen los materiales para la jornada siguiente. Durante la noche las piezas quedan privadas de la aportación de aire directo de los ventiladores y el aire acondicionado es desconectado. Los moldes se encuentran durante este lapso de tiempo a la temperatura ambiente propia de estas fechas. Si bien, al abandonar el taller lo dejamos a una temperatura de 27°C. A las 9:00 de la mañana, del sábado 20 de Agosto de 2016, nada más llegar al taller

ponemos en marcha el aire acondicionado y los ventiladores. La temperatura ambiente que encontramos esa mañana es de 29°C.

DESCERADO CASCARA CERÁMICA POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO (DIAH)				
TITULO DE LA TIRADA: "Aquí Vive Escultor-a Fundidor-a"				
FORMA DE LAS PIEZAS: BAJO RELIEVE		MEDIDAS: 165 mm X 165 mm X 10 mm		NÚCLEO: No
VERSIÓN TÉCNICA: MICROFUSIÓN POR GRAVEDAD CON CASCARA CERÁMICA Y CRISOL INCORPORADO				
TIPO DE CERA: 60 % Cera de Abeja / 15 % Parafina / 25 % Colofonia				
GROSOR PIEZA CERA: 4 mm		GROSOR BEBEDEROS: 12 mm Ø		
MODELO B: Cáscara Cerámica y Estopa				
PIEZA III				
PESO CERA: Pieza 116 gr. / Huevo 74 gr. Peso Total con Árbol de Colada: 251,6 gr			PESO CARGA DE BRONCE: 2000 gr.	
PIEZA IV				
PESO CERA: Pieza 125 gr. / Huevo 83 gr. Peso Total con Árbol de Colada: 268.5 gr			PESO CARGA DE BRONCE: 2000 gr.	
CONFORMACIÓN DEL MOLDE				
FECHA / ESTACIÓN: - Comenzamos la actividad el 19-8-2016 / VERANO en Sevilla - Primera Capa a las 12:30			TEMP. AMBIENTE MEDIA: 27 °C con aire acondicionado. 29 °C Temperatura ambiente sin aire.	
RECUBRIMIENTO APLICADO CON/POR		PINCEL X	VERTIDO X	INMERSIÓN
	Nº DE CAPA	TIPO DE BARBOTINA	TIPO DE ÁRIDO / FIBRA ...	TIEMP SECADO
12:30	1ª CAPA	Barb.+Talc.+Graf.		6 H.
18:30	2ª CAPA	Barb.+Talc.+Graf.	Árido Fino	3 H.
21:30	3ª CAPA	Barbotina Blanca**	Árido Fino	14 H. 10 min*
11:40	4ª CAPA	Barbotina Blanca	Estopa Picada + Árido F.	6 H. 20 min
18:00	5ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Fino	3 H 10 min
21:10	6ª CAPA	Barbotina Blanca	Estopa + Árido Medio	
14:15	Tiempo de secado antes del descere			17 H. 15 min.
DESCERADO POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO				
Quemador: Paellero de gas -dos roscas-			Combustible: Butano	
Recipiente: Olla de Aluminio 32 l. de capacidad				
Cantidad de Agua usada: 20 litros		El agua llega a su punto de ebullición en: 15-20 min.		

	TIEMPO DE DESCERADO	RESULTADOS
INMERSIÓN DE LA PIEZA III	13 min.	No se aprecian roturas.
INMERSIÓN DE LA PIEZA IV***	7 min.	No se aprecian roturas.

Tabla 4.

* Se recogen los materiales para la jornada siguiente. Durante la noche las piezas quedan privadas de la aportación de aire directo de los ventiladores y el aire acondicionado es desconectado. Los moldes se encuentran durante este lapso de tiempo a la temperatura ambiente propia de estas fechas. Si bien, al abandonar el taller lo dejamos a una temperatura de 27°C. A las 9:00 de la mañana, del sábado 20 de Agosto de 2016, nada más llegar al taller ponemos en marcha el aire acondicionado y los ventiladores. La temperatura ambiente que encontramos esa mañana es de 29°C.

** Apreciamos una rotura en la zona de unión entre el árbol de colada y el crisol, debido al debilitamiento de la cera que cede al peso del conjunto. Antes de aplicar la 4ª capa, y una vez seca la 3ª, se refuerza esta zona con una aplicación de fibra de vidrio a pincel. Esta intervención retrasa un poco los tiempos en la aplicación de capas de estas dos muestras. También, hay que considerar el hecho de que las fibras de estopa tardan un poco más en perder el agua durante el secado.

*** Se le dejan los aliviaderos tapados.

DESCERADO CASCARA CERÁMICA POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO (DIAH)		
TITULO DE LA TIRADA: “Aquí Vive Escultor-a Fundidor-a”		
FORMA DE LAS PIEZAS: BAJO RELIEVE	MEDIDAS: 165 mm X 165 mm X 10 mm	NÚCLEO: No
VERSIÓN TÉCNICA: MICROFUSIÓN POR GRAVEDAD CON CASCARA CERÁMICA Y CRISOL INCORPORADO		
TIPO DE CERA: - 60 % Cera de Abeja / 15 % Parafina / 25 % Colofonia		
GROSOR PIEZA CERA: 4 mm	GROSOR BEBEDEROS: 12 mm Ø	
MODELO C: Cáscara Cerámica y Fibra de Vidrio		
PIEZA V		
PESO CERA: Pieza 136 gr. / Huevo 85 gr. Peso Total con Árbol de Colada: 283,1 gr	PESO CARGA DE BRONCE: 2100 gr.	
PIEZA VI		
PESO CERA: Pieza 106 gr. / Huevo 64 gr.	PESO CARGA DE BRONCE:	

Peso Total con Árbol de Colada: 234.7 gr			1800 gr.		
CONFORMACIÓN DEL MOLDE					
FECHA / ESTACIÓN: - Comenzamos la actividad el 19-8-2016 / VERANO en Sevilla - Primera Capa a las 12:30			TEMP. AMBIENTE MEDIA: 27 °C con aire acondicionado. 29 °C Temperatura ambiente sin aire.		
RECUBRIMIENTO APLICADO CON/POR			PINCEL X	VERTIDO X	INMERSIÓN
	Nº DE CAPA	TIPO DE BARBOTINA	TIPO DE ARIDO / FIBRA ...		TIEMP SECADO
12:30	1ª CAPA	Barb.+Talc.+Graf.			6 H.
18:30	2ª CAPA	Barb.+Talc.+Graf.	Árido Fino		3 H.
21:30	3ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Fino		13 H. *
10:30	4ª CAPA	Barbotina Blanca	Fibra Picada + Árido Fino		3 H.
13:30	5ª CAPA	Barbotina Blanca	Árido Fino		3 H 40 min
17:10	6ª CAPA	Barbotina Blanca	Fibra Mat + Árido Medio		
13:10	Tiempo de secado antes del descere				20 H.
DESCERADO POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO					
Quemador: <i>Paellero de gas</i> -dos roscas-			Combustible: Butano		
Recipiente: Olla de Aluminio 32 l. de capacidad					
Cantidad de Agua usada: 20 litros		El agua llega a su punto de ebullición en: 15-20 min.			
					TIEMPO DE DESCERADO
INMERSIÓN DE LA PIEZA V					8 min.
INMERSIÓN DE LA PIEZA VI **					11 min.

Tabla 5.

* Se recogen los materiales para la jornada siguiente. Durante la noche las piezas quedan privadas de la aportación de aire directo de los ventiladores y el aire acondicionado es desconectado. Los moldes se encuentran durante este lapso de tiempo a la temperatura ambiente propia de estas fechas. Si bien, al abandonar el taller lo dejamos a una temperatura de 27°C. A las 9:00 de la mañana, del sábado 20 de Agosto de 2016, nada más llegar al taller ponemos en marcha el aire acondicionado y los ventiladores. La temperatura ambiente que encontramos esa mañana es de 29°C.

**Se le dejan los Aliviaderos tapados.

OBSERVACIONES DURANTE EL PROCESO DE DESCERADO:

- Las piezas eran sumergidas en el agua cuando ésta se encontraba en su punto más alto

de ebullición. En posición horizontal y con la apertura del crisol hacia arriba. Para ello fabricamos un recipiente de malla metálica, similar a una cesta, cuyas medidas se adaptaron al diámetro y altura de la olla.

- A pocos segundos de su inmersión se observa la cera derretida subiendo a la superficie, principalmente desde el crisol. Acto seguido vemos cómo sale de los aliviaderos abiertos y situados en los bordes del relieve.
- Tras unos minutos, parece haberse desalojado bastante cera del molde y el nivel del agua ha bajado dejando al descubierto la parte más alta del molde. En estos casos se decide aportar agua a la olla en pequeñas cantidades, lo que modifica la temperatura del agua al parecer sin consecuencias, pues las piezas ya han desalojado el grueso de cera de su interior.
- Vamos extrayendo la cera derretida de la olla y vertiéndola en un recipiente anexo. La intención es retirar la mayor cantidad de cera en suspensión pues puede quedar adherida al molde cerámico cuando lo saquemos de la olla. Este proceso retrasa la salida de los moldes que consideramos que ya se encuentran descerados en el momento en que solemos recoger la cera.

CONCLUSIONES DE LA PRUEBA:

- Los resultados han sido bastante prometedores.
- Tras un examen visual de los moldes no se observan grietas en ninguno. Si las hubiese, supondrían un daño irrelevante pues no afectan a la consistencia del molde en su manipulación y posiblemente se cubran con la capa post-descerado o capa de refuerzo.
- La pieza IV, a la que no se le abrieron los aliviaderos situados en el borde del relieve, fue sometida a la Prueba del Agua tras su descerado y no reveló ninguna fractura.
- Tras el descerado recuperamos 1711,2 gr. de cera lo que supone un 105% de la cera empleada en las piezas –contando con los arboles de colada y los crisoles- que fue de 1628,3. Suponemos que este desfase se debe a la presencia en la cera recuperada de restos de cáscara cerámica y agua contenida en los fragmentos de cera. La cera recuperada se mantuvo 24 horas secando sobre papeles de periódico, aun así puede contener algo de agua.
- Consideramos que con este procedimiento de descerado se puede llegar a recuperar más del 95% de la cera empleada en la materialización de los modelos a fundir.
- Incluimos en ese cinco por ciento la cera adherida a los útiles usados durante el descere (ollas, cazo y rejilla); y la cera que haya tenido dificultades para terminar saliendo a la superficie por la presión o empuje del agua debido a la complejidad morfológica del molde.
- Al mantener el fluido entre los 95-110°C. nunca se llega al punto de combustión de la cera, evitándose por tanto los riesgos e inconvenientes asociados a esta fase de trabajo cuando se ejecuta con llama directa.
- Aunque se ha de cotejar convenientemente el procedimiento y poner a prueba con ensayos más exhaustivos, pensamos que el agua puede ejercer cierta presión sobre la cáscara, que si bien no es comparable a la originada en el interior de una autoclave por ejemplo, beneficia en cualquier caso al molde en tensión con la cera de su interior.
- También creemos que la gran porosidad de estos moldes cerámicos favorece una

permeabilización inmediata de la cáscara, lo cual impide que se impregne de cera cuando esta empieza a derretirse. El molde al quedar completamente saturado de agua repelerá la cera líquida que no tendrá más remedio que salir del molde. La blancura o limpieza de los moldes es notoria en un examen visual de los resultados, siendo esto una de las ventajas de la inmersión en agua hirviendo con respecto al descerado por vapor.

- Si bien es cierto, las piezas escultóricas son un modelo de fundición complejo, su morfología puede cambiar muchísimo de un modelo a otro, es por ello que la cera en algunos casos puede tener dificultades para salir del molde. En este sentido, el proceso por inmersión puede suponer una ayuda a su evacuación. A medida que la cera se derrite va siendo desplazada por el agua hirviendo que también penetra dentro del molde. El agua presiona la salida de la cera.
- Se trata del proceso de descerado más inocuo y de menor inversión tecnológica conocido hasta el momento. Una inversión ajustada a las necesidades del escultor particular, pues este sistema no tiene sentido ninguno en otros contextos como por ejemplo, en una empresa con una producción de carácter/naturaleza industrial. Se puede llevar a cabo por una sola persona y prácticamente en cualquier espacio doméstico.
- Permite el uso de todo tipo de combustibles o fuentes de energía.



7. 8. Izquierda: Descerado de uno de los relieves usados como modelo para probar los resultados del descerado gradual por inmersión en agua hirviendo. Derecha: Dos de los moldes de cáscara cerámica tras el descerado, en los que no se aprecia restos de cera por absorción de la cáscara.

Los moldes cerámicos requerirían de un sinterizado de la cáscara cerámica posterior al descerado. Pero al tratarse de cáscaras prácticamente desceradas al 100%, este sinterizado

a posteriori puede consistir en una cocción grupal de moldes e incluir un número considerable de piezas ya que no interviene la cera como combustible adicional en el proceso. En el caso de trabajar con moldes de *microfusión por gravedad con crisol incorporado*, puede realizarse un sinterizado con llama directa tras el descerado generalizado o leve, pues éste puede ser más concienzudo en el interior del horno de fusión una vez se encuentre en la siguiente fase de calentamiento y fusión del metal.

4.2.3. Variantes técnicas desarrolladas gracias a las cualidades del material.

La fundición artística mediante *Crisol Fusible*, la denominada comúnmente como *Técnica Directa* o el sistema de *Microfusión con Crisol Incorporado*, son versiones de una misma práctica que albergan diferencias sustanciales a nivel técnico y conceptual, con la cáscara cerámica como factor común.

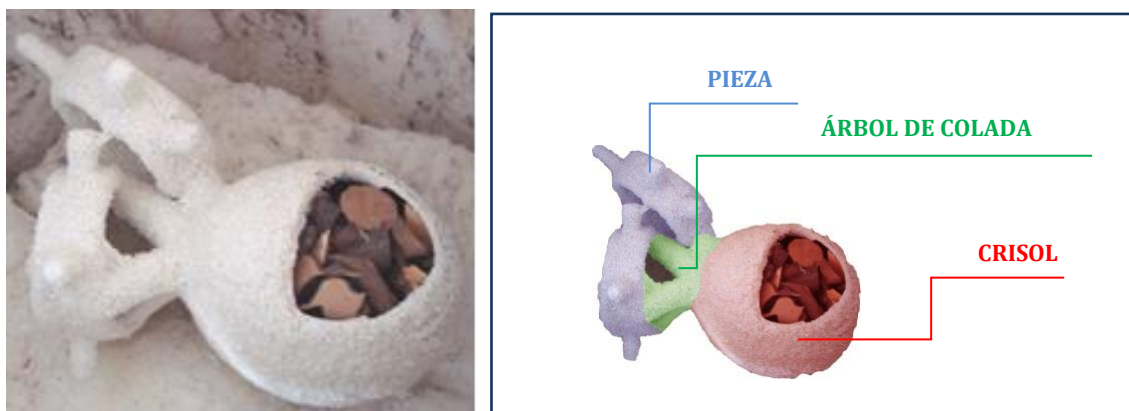
Esta multiplicidad de opciones con las que cuenta el artista para acometer la fundición de una pieza escultórica constituye una de las particularidades más positivas –si no la más positiva– de la cáscara, convirtiéndose en el material refractario que mejor podría adaptarse a las necesidades de un taller de escultor.



9. 10. 11. Izquierda: Imagen de una pieza recién colada por *microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado*; Centro: Pieza recién colada mediante *técnica directa con cáscara cerámica*; Derecha: Pieza recién colada con *crisol fusible*.

4.2.3.1. *Microfusión con crisol incorporado.*

El termino *microfusión* está relacionado generalmente con el campo de la joyería o con la fabricación de pequeñas piezas industriales de precisión, sin embargo, no son los objetivos que perseguimos en este proyecto. La primera versión de este modelo de fundición con cáscara cerámica en el taller de escultura se debe a la *Técnica Reid*. Este químico metalúrgico y escultor neozelandés, adapta ciertas prácticas primitivas –conocidas en la antigua china y practicadas aun hoy en ciertas tribus de África– en las que el modelo y el crisol son revestidos del mismo material y unidos una vez descerados. En este caso el material de revestimiento es la cáscara cerámica y la pieza se encuentra adosada a su propio crisol que contendrá la cantidad necesaria de metal para su llenado. Se trata de lograr un molde cerámico compuesto por pieza, árbol de colada y crisol, todo en uno.



12. 13. Izquierda: molde de *microfusión* en cáscara cerámica y crisol incorporado cargado de bronce; Derecha: esquema en el que se señalizan las tres partes básicas de un molde de *microfusión*: pieza, árbol de colada y Crisol.

En un principio, el sistema de *Microfusión* de Mr. David Raid presentaba el crisol como un elemento cerrado, del mismo modo que la técnica nepalí de la que proviene. Para conseguir una buena colada era importante tener conocimiento exacto de la aleación empleada y de los tiempos que ésta necesitaba para fundirse mediante una temperatura controlada. Esos tiempos indicaban el momento clave en el que debía sacarse la pieza del horno y voltear²⁸. Esto planteaba algunos problemas ya que no es fácil para un escultor disponer de un tipo de aleación regular o incluso puede llegar a no conocer esa información. Es por ello que destacamos las aportaciones de Juan Carlos Albaladejo al respecto.

*... pensó que una solución era abrir una ventana a la cáscara del molde para observar su interior y ver directamente cuándo el metal está fundido para entonces sí voltearlo. Así se rediseñó ligeramente el proceso: el crisol y el bebedero principal se funden en un solo objeto, que tiene forma de < zueco >.*²⁹

A continuación se puntualizan las características generales de la *Microfusión con Cáscara Cerámica y Crisol Incorporado*:

- El peso de las piezas a fundir no suele superar el kilo o kilo y medio ya que cantidades superiores pueden dificultar y peligrar no solamente la manipulación del molde-crisol, y aún más si tenemos en cuenta que hay que sumar la masa del árbol de colada. El tamaño, sin embargo, se encuentra más relacionado con el horno de fusión del que se disponga y los inconvenientes que pudiese acarrear un tamaño o forma determinada para su manejo.

²⁸ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, pp. 430-431.

²⁹ *Ibíd.*, pp. 431.

- Crisol Incorporado. Tanto la pieza a fundir como el sistema de colada y el crisol se encuentran elaborados formando un único conjunto. Este quizás sea el punto más representativo. Crisol, bebederos y pieza son conjuntamente realizados en cera, revestidos en cáscara cerámica y descerados. El crisol se adapta a la pieza y el metal del que dispone para abastecerla es calculado rigurosamente.
- El sistema de llenado es directamente del crisol a la pieza. Se trata de un modo directo de colada.
- La colada tiene lugar al voltear el conjunto de crisol y pieza, facilitando que el metal fundido se desplace desde el crisol a la pieza ocupando el vacío correspondiente. El giro o vertido se realiza con unas pinzas de metal que permiten sujeción adecuada del binomio crisol-molde.
- La Gravedad es la fuerza que facilitan el correcto llenado de la pieza.
- El vaciado es con el molde caliente. El molde de la pieza, en este caso, está a la misma temperatura que el metal fundido al encontrarse en el mismo horno que el crisol durante el proceso de fusión. Este hecho unido a las características propias de la Cáscara Cerámica proporciona una calidad de registro inigualable en cualquier colada por gravedad.

4.2.3.2. *Técnica directa con moldes de cáscara cerámica.*

La resistencia ofrecida por la cáscara cerámica, el hecho de que el molde es calentado para el proceso de vertido y ante todo el alto grado de porosidad y transpiración que proporciona este material, son algunas de las cualidades que permiten prescindir de un llenado ascendente o indirecto. En líneas generales el modo de fundir en *Técnica directa en cascarilla* es como fundir una pieza en método tradicional pero adaptándose al trabajo con cáscara cerámica y adoptando las variaciones procesuales necesarias. Tras el descere las piezas son colocadas dentro de una estructura revestida de manta cerámica o ladrillo, consiguiendo una especie de arca o mufla que mantenga los moldes calientes. El modo de disponer los moldes antes de la colocada del metal aún hoy es variado y sufre constantes modificaciones en busca de optimizar esta operación. Si tomamos como referencia las facultades de bellas artes españolas que hoy día imparten fundición artística con moldes de colada directa en cáscara cerámica, observamos de nuevo la variedad de estrategias. Cada centro posee una forma particular de mantener los moldes cerámicos en caliente. En el aula-taller de Barcelona, por ejemplo, suelen enterrar las piezas en arena de un modo similar a como se disponían los moldes de *chamota* en el método tradicional, sacrificando parte de la porosidad y transpiración de la cáscara cerámica pero minimizando los posibles riesgos implícitos durante una colada de metal fundido.

Esta multiplicidad de enfoques en la manera de resolver los inconvenientes sobrevenidos durante el proceso de fundición artística son habituales, pues la utilización de cáscara cerámica se encuentra en manos de investigadores, docentes y escultores quienes estudian

todas sus posibilidades. En tan solo dos décadas la práctica en fundición artística con este material ha experimentado un gran desarrollo en los talleres de bellas artes abriéndose múltiples líneas de investigación con el fin de optimizar procesos o ponerse al límite sus propiedades.



14. 15. 16. Izquierda: Lecho de colada con manta cerámica y rasillones para cobijar los moldes de cáscara cerámica en la fase de colada. Priego de Córdoba; Centro: Lecho de colada con los moldes de cáscara suspendidos en el aire mediante gavillas de hierro. Facultad de BB. AA, de Cuenca; moldes de cáscara cerámica enterrados en lechos de arena. Facultad de BB. AA. de Barcelona.

A continuación se puntualizan las características generales en el trabajo con *técnica directa con moldes de cáscara cerámica*:

- Se pueden llevar a cabo piezas de envergadura similar a la de otras técnicas como la fundición artística con moldes de *chamota* o *a la italiana*. Distanciándose en este sentido de la *microfusión*.
- Crisol exento.
- Se trata de un modo directo de colada.
- La gravedad es la fuerza que permite el correcto llenado de la pieza.
- El vertido tiene lugar con el molde en caliente.

4.2.3.3. *Crisol Fusible.*

Muchas de las modificaciones técnicas llevadas a cabo desde la investigación artística responden a la necesidad de reducir los riesgos o minimizar los costes. El modelo de fundición artística con *Crisol Fusible* en cáscara cerámica, diseñado por Juan Carlos Albaladejo, destaca ante todo por su sencillez y la eficacia de resultados. El sistema de *Crisol Fusible* incorpora al crisol una especie de tapón metálico que se licua durante el proceso de fusión permitiendo la salida de metal fundido hasta el molde refractario.

*El tapón que proponemos no es inteligente, simplemente hace lo único que sabe hacer: Fundir a su temperatura de fusión. Que no es, claro está, la misma que la del bronce.*³⁰

Este tapón cumple una función similar a los antiguos fusibles de plomo que controlaban el paso de energía eléctrica en las casas –podemos ver ahí una procedencia del nombre: *crisol fusible*- si la tensión aumentaba más de lo debido el fusible de plomo se fundía e interrumpía el paso de la electricidad. El tapón de cobre posee un punto de fusión mayor que el bronce por lo que mantendrá su estado sólido más tiempo hasta que alcance la temperatura apropiada, consiguiendo obstruir la salida hasta que la carga se encuentre en condiciones adecuadas para su vertido.

En los inicios del proyecto de investigación se emplearon crisoles realizados en cerámica común, o grafito, pues aún no disponían de la cáscara cerámica³¹, pero pronto se convirtió en un elemento determinante y definitorio de la innovación. De esta forma se recupera el concepto de *pieza-crisol* ya utilizado en la *Microfusión* y ambas partes son elaboradas con cáscara cerámica revestidas como un conjunto unitario, bien desde su conformación en cera o bien ensambladas una vez desceradas.

En 2007 la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía concede al Grupo de Investigación de la Universidad de Sevilla *TEBRO* el Proyecto de Excelencia titulado, *Colada Automática de Procedimiento Eutéctico en la Fundición Artística*³². Como presupuesto se trabaja en base al diseño de *Crisol Fusible* ideado por el Dr. D. Juan Carlos Albadalejo, planteando un horno dividido en dos partes claramente diferenciadas; en una zona se realiza la fusión de metal y otra hace la función de mufla manteniendo en caliente los moldes cerámicos. En dicho diseño el crisol fusible es independiente de la pieza, consiguiendo quizás aliviar de peso al conjunto, al no tener que ser la pieza quien soporte el peso del crisol una vez incorporado el metal.

A continuación se exponen las características generales presentadas por el Dr. D. Juan Carlos Albalalejo en su libro *Fundición a la Cera Perdida Técnica de Crisol Fusible*:

- La técnica de fundición por Crisol Fusible, no precisa de intervención o manipulación alguna desde el encendido hasta la finalización de la colada.
- Crisol y molde forman un conjunto único. Cada Crisol se adapta en tamaño a la capacidad del metal requerida para el llenado del molde.
- El tapón fusible aumenta o disminuye en función del peso en metal. Por razones prácticas las unidades de tapón se establecen de kilo en kilo.

³⁰ ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. *Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible*. Edición 1ª. Santa Cruz de Tenerife: Departamento de Escultura y Pintura, Universidad de la Laguna, 2003, p. 23.

³¹ *Ibidem*, p. 29.

³² AGUILAR GALEA, José Antonio; MARTÍN SÁNCHEZ, Olegario; et al. *Grupo TEBRO. Investigación + Creación*. [Catálogo]. Sevilla: De Culturas, Grupo TEBRO, 2009, p.20.

- Metal y molde se encuentran prácticamente a la misma temperatura en el momento de colada, con lo que unido a las características de la Cáscara Cerámica proporciona una calidad de registro inigualable en cualquier colada por gravedad.
- No necesita mecanismos de apertura, bombas de vacío, centrifugas ni cualquier otro dispositivo mecánico para su funcionamiento.
- Cualquier horno de fusión adaptado a los tamaños empleados es suficiente. En fundiciones individuales se recomienda trabajar con crisoles de hasta 25 Kg. de carga entendiendo que por encima de este punto requeriría de instalaciones generales mucho más complejas.
- En todo momento trabajamos con horno frío, pues una vez cargado éste y encendido, toda la colada se realiza automáticamente dentro del mismo hasta su apagado. Con ello se gana en comodidad y seguridad con respecto a cualquier otra técnica de *Microfusión*.

Incorporaremos otros puntos recogidos en el proyecto de investigación *Técnica de Fundición por Crisol Fusible. Recursos propios para un desarrollo individualizado*³³:

- *Funciona sin condicionantes de diseño al modelo: cualquier forma sin excepción.*
- *Ocupa un espacio mínimo.*
- *Posibilita tanto la obra única como la seriación en el ámbito del taller escultórico individual.*
- *Tanto el equipamiento como los materiales refractarios son estándar sin ofrecer dificultad alguna de suministro.*
- *No requiere instalación previa alguna.*

El citado proyecto fue presentado por el Prof. Dr. D Juan Carlos Albaladejo como documento para el examen de oposición al Cuerpo de Catedráticos de Escultura, y en él se incluían dos líneas más de investigación junto a la del Crisol Fusible; Desarrollar un quemador alimentado con gas propano o butano que garantice potencia, rapidez y control; y encontrar un horno polivalente, que no coarte formatos y que se adapte a las exigencias del sistema de fundición por Crisol Fusible.

Se fabricó el Quemador Turbo Asistido (Q.T.A.) diseñado con una cámara cilíndrica en donde se produce aire atmosférico a presión suficiente para empujar el gas al exterior. El aire es inyectado mecánicamente por medio de una turbina incorporada al cuerpo del quemador, mezclándose con el gas en el tubo final para salir al exterior e introducirse en el cuerpo del horno que es el responsable de la combustión. La presencia del Q.T.A. dentro del contexto de trabajo con la nueva técnica es más que necesaria, pues mientras que en *Microfusión con Crisol Incorporado* un soplete de *bocacha* grande permite fundir sin problemas cargas de entre 1.5 – 5 kg, con *Crisol Fusible* existe la posibilidad de fundir

³³ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, p. 435. Cita a: ALBALADEJO, Juan Carlos.

formatos mayores, lo que supone una cantidad mayor de metal -hasta 25 kg- que hace necesaria una fuente de calor mayor, o lo que es lo mismo un equipo más potente. El *quemador turbo asistido* no solo consigue ese aumento de energía, sino que lo hace con un diseño sencillo, buscando la facilidad en el manejo y comodidad en el almacenamiento – rasgos estrechamente vinculados con las cualidades de la técnica que lo precede y en definitiva con los objetivos del proyecto de investigación del que surge-.



17. Figura votiva donde podemos ver el sistema de colada usada por los orfebres de Pasca, Colombia –S, VI-XVI-. Fundido en *Tumbaga* que es una aleación de Oro y Cobre.

4.2.4. Fundición arcaica, o primitiva, con moldes cerámicos.

No se trata de incluir esta técnica por alusiones o por respeto a su antigüedad, la viabilidad que ha demostrado a lo largo de los milenios acreditan su inclusión en este proyecto, siendo una más entre las versiones técnicas en fundición artísticas susceptibles de sumarse a las actividades escultóricas del taller. Y así lo hemos reflejado también en el programa *FAITE*³⁴ considerándola una opción más para el escultor.

Como ya expresamos, aún sigue practicándose en lugares como Nepal, Katmandú, Papúa Nueva Guinea, Burkina Faso... y el principal motivo de su vigencia no es otro que el de tratarse de un proceso técnico sencillo y tremendamente bien adaptado a las necesidades de un proyecto escultórico de poca envergadura. Es decir, ciertamente adolece de no ser un proceso de trabajo apto para fundir esculturas de gran formato con núcleos complejos, incluso la fundición de piezas sencillas pero de gran envergadura como la fabricación de un lote de espadas puede acarrear grandes esfuerzos al fundidor³⁵. Por el contrario, se trata de una buena técnica para piezas de pequeño formato.

El proceso de trabajo descrito a continuación es una exposición breve de cómo realizar un molde cerámico al estilo de las *técnicas primitivas de*

³⁴ Recordamos que se trata de una herramienta, producto de nuestro proyecto, con el fin de ayudar al escultor y sus siglas significan: Fundición Artística y su Integración en el Taller de Escultor.

³⁵ La Prof. Dra. D^a. Soledad del Pino tuvo que enfrentarse a varios años de estudio y trabajo para conseguir ponerse en la piel de los magníficos fundidores de la Iberia prerromana. Todos sus esfuerzos y logros de su trabajo pueden verse en su proyecto de tesis doctoral *Procesos Metalúrgicos en la Edad del Bronce: La Espada de Peña Negra*. DEL PINO DE LEÓN, Soledad. *Procesos Metalúrgicos en la Edad del Bronce: La Espada de Peña Negra*. [Tesis doctoral no editada]. Universidad de La Laguna, 2011.

fundición artística, las directrices han sido redactadas con carácter general y en base a varias fuentes, como el trabajo de investigación de la Prof^a. Dra. D^a. Soledad del Pino, el trabajo de la Prof^a. Dra. D^a. Carmen Marcos o las publicaciones del Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, y por supuesto, siempre presente en ellos, las aportaciones de Mr. David Reid. Aunque destacamos el taller sobre “Técnica Tradicional Africana de Fundición Artística”, impartido por D. Jean Luc Bambara, escultor y profesor colaborador del Departamento de Artes Plásticas en la Universidad de Ouagadougou en Burkina³⁶, y en el que tuvimos la suerte participar.



18. D. Jean Luc Bambara junto a un grupo de alumnos impartiendo el taller “Técnica Tradicional Africana de Fundición Artística” en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla. 2013

Las fases de trabajo son muy similares a las del trabajo con moldes de cáscara cerámica. Primero se aplica sobre la cera una capa fina de registro que cubra bien la pieza, los bebederos, los respiraderos y el vaso de colada. Tradicionalmente el sistema de colada de estos moldes es minimizado al máximo. Algunas figuras en bronce solo presentan restos de un bebedero principal conectado directamente a la pieza y uno o dos respiraderos. La primera capa, encargada del registro de la pieza, se compone principalmente del material

³⁶ GANDULLO, Cristina. *Taller de Técnica Tradicional Africana de Fundición Artística de la mano de Jean Luc Bambara* (Organizado por Oficina de Cooperación al Desarrollo de la Universidad de Sevilla y la Asociación Cultura y Cooperación con África “El Gulmu”), 2013. [En línea] [Consultado: 01/03/2017] Disponible en web:
<http://internacional.us.es/internacional/index.php?mact=Blogs,cntnt01,showentry,0&cntnt01entryid=620&cntnt01returnid=369>

cerámico, en estos casos arcillas, a las que se añade carbón, cenizas, y algunos agregados como arena, estiércol, cáscaras de arroz, semillas, fibras vegetales o animales... Todos estos ingredientes tienen su función en esta mixtura; el carbón por ejemplo es un buen desoxidante para el metal, las fibras -añadidas o las existentes en el estiércol- aportan firmeza y flexibilidad al molde durante el descerado, además de aumentar la porosidad del molde cuando se calcinan –como las semillas-³⁷. La segunda capa será más gruesa y de constitución algo más tosca. Lo que se pretende es ir dando cuerpo al molde refractario y a su vez intentar que sea todo lo poroso que se pueda sin debilitarlo. Se aumenta el porcentaje de fibras y cáscaras de cereal o arroz en la mezcla, y se presta mucha atención a su secado pues empieza a ser delicado. Una vez seca puede reforzarse el molde con alambre antes de aplicar una tercera. Esta estructura metálica aportará resistencia al molde cuando esté en pleno proceso de cocción y descerado.

Los moldes cerámicos de esta naturaleza no soportarían en absoluto un descerado por choque térmico, esa es una de las grandes diferencias con su descendiente la *fundición con cáscara cerámica*. Se han de someter a una cocción lenta, tradicionalmente se introducen en un hogar al que se va alimentando con leña o carbón constantemente. La cera es desalojada de forma manual a medida que se va derritiendo y una vez eliminada por completo se terminan de cocer los moldes convenientemente.

4.2.5. Fundición con moldes de arena.

Trabajar con *moldes de arena* conlleva cambios ante los procedimientos descritos en otras versiones. A nivel industrial es bastante habitual recurrir a esta técnica de fundición y se debe, entre otras cosas, al bajo coste que supone a las empresas y a su sencillez en buena parte del proceso. Esencialmente, se trata de usar arena como agente principal refractario en la elaboración del molde, en lugar de emplear ladrillo molido y yeso o alúmina. Antiguamente, las arenas de moldeo se obtenían directamente de la naturaleza, haciendo uso tan sólo de la experiencia y el buen conocimiento del oficio. Aun puede conseguirse este tipo de áridos buscando en el terreno adecuado, pero la irregularidad del grano y el alto porcentaje de impurezas que contienen estos materiales en su estado natural requieren que se preparen bien para hacerlos aptos para fundir. Como bien apunta Terry Aspin, puede ser que, desde el punto de vista del aficionado conseguir una arena apropiada para la práctica de la fundición artística sea un obstáculo, pero no es algo imposible. Existen investigaciones sobre el uso de arenas de playa muy interesantes en ese sentido³⁸. También el mercado ofrece una gran variedad de arenas: de cromita, zircón, olivino..., y con un exhaustivo

³⁷ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, pp.209-210. Cita a REID, David en *Fire Technologies in the Making off Sculpture*.

³⁸ BONETA LISARRI, María Puy. Moldeo y fundición con arena de las playas de Tenerife. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. Abril 2007, Nº 5, pp. 225-244.

control de su granulometría, lo que suele persuadir bastante a quien se inicia en fundición de emprender expediciones innecesarias. A pesar de las dificultades para adquirir cantidades apropiadas para un taller ajeno al sector, las arenas de moldeo son bastante económicas y como advierte la profesora Dra. D^a. Soledad del Pino de la Universidad de La Laguna, constituyen una de las técnicas más sencillas y accesibles para un escultor que desea iniciarse en fundición artística. La arena de sílice es de las más comunes en el sector profesional por ser un recurso natural abundante y bastante asequible.

En base al tipo de aglutinante que se use para mantener unidas las partículas de arena puede realizarse una sencilla clasificación. Cuando utilizamos la arena ligeramente humedecida (no más del 2% de agua), sin más aglutinante que el pequeño porcentaje de arcilla natural del que dispone, suele decirse que la fundición se ha realizado a la *arena en verde*. Una de las ventajas de este procedimiento en crudo es la posibilidad de reutilizar la mayor parte del material y por tanto disminuir los residuos.



19. 20. 21. Izquierda: Pesando la resina para añadirse a la arena. Priego de Córdoba. Centro: Batiendo la arena mecánicamente para que la resina se mezcle adecuadamente. Priego de Córdoba. Derecha: Compactando la arena en verde de una de las cajas de fundición. Facultad de BB. AA. de la La Laguna.

Aunque, el procedimiento que hoy día alcanza mayor protagonismo entre las técnicas de fundición a la arena es el *moldeo químico autofraguante*. El nombre se debe a la utilización de productos sintéticos, normalmente resinas, que permiten la aglomeración de las partículas de arena mediante el fraguado químico de sus componentes. Dentro del grupo de componentes autofraguantes encontramos resinas de poliuretano, alquídicas o fenólicas y la utilización de componentes inorgánicos como las arcillas sintéticas (bentonita, caolín...), que aportan, artificiosamente, al refractario cualidades similares al moldeo en verde. Otros componentes necesitan de la acción de un agente externo para su endurecimiento. Un ejemplo es el silicato sódico, que reacciona al mezclarse con agua y óxido carbónico

(H₂O+CO₂) produciendo carbonato sódico, o las *arenas* termofraguantes, *también conocidas como Prerevestidas*, que endurecen al aplicárseles calor³⁹.

A continuación se presentan las características generales de la fundición artística con moldes de arena:

- El modelo a fundir ha de poseer cierta solidez y ser eliminado manualmente, con cuidado de no dañar el molde, para dejar sitio al metal fundido.
- El sistema de colada es directo y se socaban directamente en el molde una vez retirado el modelo. Los bebederos principales conducen el metal fundido directamente a la pieza, son prácticamente los responsables del llenado -que normalmente es ascendente-, sin embargo en modelos complejos los bebederos secundarios favorecen que el metal fundido llegue a toda la pieza.
- Los respiraderos son importantes para conseguir una correcta evacuación de gases, ya que trata de moldes compactos y de porosidad moderada.
- El molde refractario es una mezcla de arena (de sílice, zircón,...) y un aglutinante natural (arcilla, aceites,..) o químico (resinas fenólicas, de poliuretano, silicato sódico,...)⁴⁰.
- A diferencia de los métodos de fundición con cáscara cerámica, el aspecto del molde a la arena es compacto. Esto se debe a que se confecciona en un encofrado o caja de fundición apisonando la arena de moldeo -ya mezclada con el aglutinante- sobre el modelo sólido.
- El molde es descompuesto en diferentes piezas para facilitar la extracción del modelo y no encontrar enganches que deterioren el negativo.
- El sistema de colada suele plantearse una vez realizado el molde, horadando directamente en éste.
- No es necesaria la cocción del molde de arena después de ser retirada la pieza e incluido el sistema de colada, aunque en ocasiones se realiza un secado con estufa.
- Es necesario recurrir a un crisol exento para el fundido y vertido del metal.
- La colada se realiza con el molde en frío, sin calentar y normalmente enterrado en un foso para minimizar los efectos de la presión metalostática.

Con la inclusión de nuevos materiales de naturaleza gasificable, los procedimientos en fundición con arenas de moldeo sufren ciertos cambios que merecen un apartado propio.

³⁹ CORREA, C.; MARTIN, O.; NAVARRO, S. et al. Adaptación de hornos para la colada automática de procedimiento eutéctico. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009.

⁴⁰ Puede consultarse más información al respecto en: AGUILAR GALEA, José Antonio. Curso de dibujo y escultura en bronce. Priego de Córdoba. 2010.

4.2.5.1. Modelos gasificables.

Estos materiales han supuesto una gran aportación al campo de la escultura en general y a la fundición artística en particular tanto en ámbitos formativos como industriales. Expuestos a temperaturas superiores a los 80°C experimentan una contracción y gasificación casi inmediata. El poliestireno es uno de los productos gasificables más cotidianos en la vida diaria y se encuentra desde 1958 directamente vinculado a la fundición artística gracias a H.F. Shroyer⁴¹. Se trata de un material bastante sólido y presenta una extraordinaria ligereza debido a que se compone de prácticamente un 98% de aire y tan solo un 2% de materia orgánica. Estas cualidades lo hacen muy adecuado para la creación de núcleos en esculturas de barro, cemento, escayola, etc., sustituyendo a las pesadas estructuras de metal usadas normalmente.

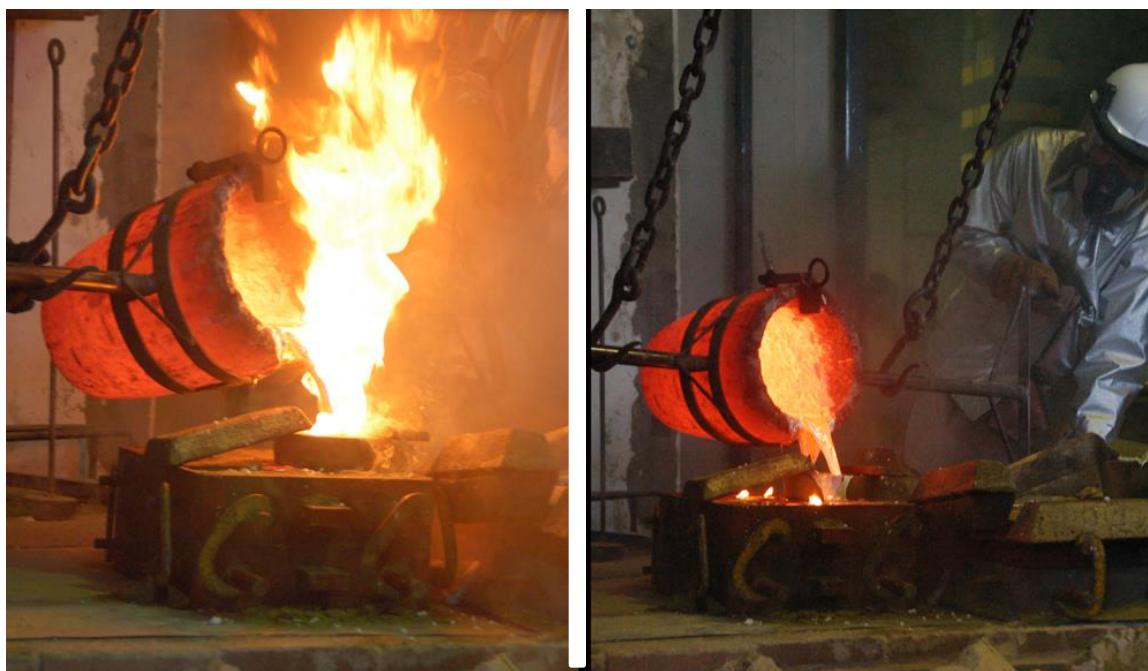
Lo importante son las posibilidades ofrecidas al campo de la fundición artística y al trabajo con moldes de arena. En primer lugar, el poliestireno posee solidez suficiente para soportar la presión propia de la elaboración del molde por compactado, lo que lo convierte en un material apto para la fabricación de modelos de fundición. En segundo lugar y muy importante, su gasificación inmediata al contacto con el metal fundido permite que no sea necesario retirar una pieza de poliestireno del interior del molde. Lo que también permite mayor libertad al escultor para generar obras complejas pues no hay que despiezar el molde de fundición. Éstas son dos de las propiedades más relevantes de este material para fundir a la arena, pero podemos destacar otras de igual valía⁴²:

- Al no ser necesaria la cocción previa del molde para la eliminación del modelo en poliestireno se evita la pérdida de resistencia mecánica de las arenas de moldeo.
- Los gasificables ofrecen versatilidad y facilidad de conformado tanto con máquinas de corte con hilo caliente como con herramientas manuales.
- Los modelos son ligeros y manejables.
- Poseen buena resistencia mecánica y amortiguación de impactos.
- Son materiales no higroscópicos por lo que no les afecta la humedad ambiente..
- Muestran estabilidad dimensional frente a cambios de temperatura.
- El poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos, sin embargo si se utilizan ciertos adhesivos, pinturas, disolventes y vapores concentrados de estos productos, puede verse afectado. Eso ha dado pie a nuevos procedimientos con los que

⁴¹ Ibídem. (p.83)

⁴² SORROCHE CRUZ, A; DUMONT BOTELLA, A. 2007. *Obtención de piezas en vidrio fundido con técnicas de moldeo químico autofraguante y modelo gasificable. Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006.* Marcos Martínez, Carmen (coord.). Valencia, España: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, pp. 89-96.

eliminar un modelo gasificable del interior de un molde de cáscara cerámica en frío, sin recurrir al fuego.



22. 23. Colada de uno de los moldes de arena en cuyo interior se encontraba el modelo realizado en poliestireno. Izquierda: instante en el que se vierte el metal, el modelo prende inmediatamente y provoca esa bocanada de fuego. Derecha: consecutivamente, el metal ocupa el lugar del poliestireno, en la imagen se aprecia el humo emitido por la combustión del gasificable y de las resinas aportadas a la arena. Priego de Córdoba, 2011,

4.2.6. Otras versiones de la fundición artística.

4.2.6.1. *Técnica Mixta*

En el contexto de la fundición a la cera perdida, suele denominarse *Técnica Mixta* al método de fundición artística que utiliza *chamota* y cáscara cerámica en la fabricación del molde refractario. No puede afirmarse que tal hibridación sea ecuaníme, lo único que difiere del procedimiento tradicional es la aplicación al modelo en cera de dos o tres capas de material cerámico antes de encofrar y macizar con *chamota*. Aunque las propiedades de registro de la mezcla de escayola y ladrillo molido se han estimado entre muy buenas y optimas, pueden provocarse fisuras importantes durante el delicado proceso de descere, la utilización de cáscara cerámica en las primeras capas, asegura unos resultados excelentes en el registro del modelo y disminuye el riesgo de fisuras al adquirir mayor resistencia durante el proceso de cocción y no verse debilitadas sus propiedades.

4.2.6.2. *Revestimiento Cerámico Mixto*

La Dra. D^a. Carmen Marcos, en una de las ponencias organizadas en el Curso de Dibujo y Escultura en Bronce de 2010, en Priego de Córdoba, aportó un caso interesante fundiendo las piezas en *microfusión con crisol incorporado* utilizando moldes de sílice coloidal y ladrillo molido. La experiencia tuvo lugar fuera de España con la dificultad sobrevenida de que no podían disponer para la práctica del curso de los áridos habituales en los talleres de fundición de las facultades españolas: la *Moloquita* o la Alúmina. Sin embargo sí contaban con sílice coloidal. La Dra. D^a. Carmen Marcos es consciente del papel primordial que en el resultado de las cáscaras cerámicas desempeña este aglutinante y de que el árido puede ser reemplazado mientras se conserve las cualidades refractarias del revestimiento. Se decidió entonces recurrir al picadizo de ladrillo cocido como sustituto de la moloquita. Aunque sí era de suma importancia para las cualidades físicas del molde cerámico resultante controlar la granulometría del picadizo y por ello se tamizó convenientemente hasta conseguir: polvo de ladrillo, grano fino y grano medio.

4.2.6.3. *Crisol fusible exento con moldes de picadizo o arena*

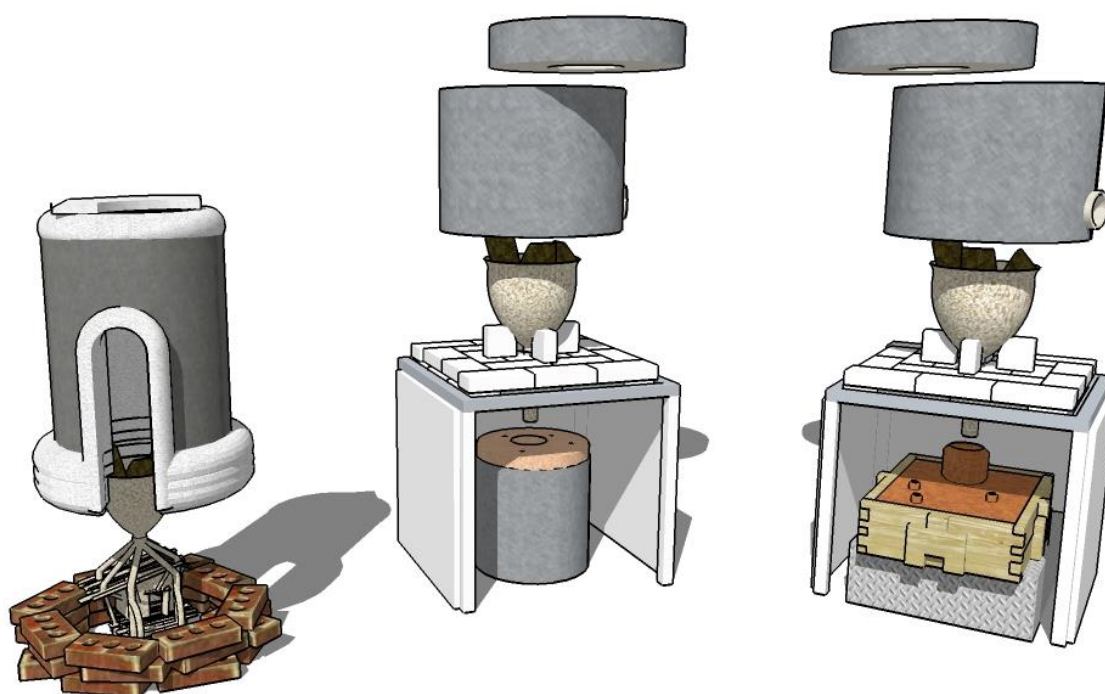
Dentro de este apartado quisiéramos incluir también, la utilización de cajas de arena o moldes de *chamota* combinados con el uso del crisol fusible. El escultor puede disponer de un sistema de colada automática, con crisol cerámico exento, sin renunciar al uso de moldes de otra naturaleza. De este modo se pueden establecer combinaciones interesantes.

Sería necesario disponer de un horno con doble función: un hogar para calentar el crisol fusible y otro para contener en condiciones adecuadas el molde refractario. Sin embargo, su estructura no ha de ser compleja, tan solo contar con dos niveles: un espacio superior para situar el crisol y un espacio inferior para situar el molde. Si bien, ambos espacios han de estar interconectados para que una vez el fusible ceda y el caldo se libere éste llegue adecuadamente al vaso de colada del molde.

En la *técnica del crisol fusible* el horno y la mufla suelen consistir en un solo elemento. Recordemos que de este modo crisol y molde están a temperaturas similares –no idénticas pero similares- lo que repercutirá beneficiosamente en el llenado y registro de la pieza. El uso de moldes que han de colarse sin un calentamiento previo no es en sí una dificultad, sólo que no estén en la misma cámara que el crisol. Un planteamiento sencillo es partir de una mesa de fundición, similar a las que el aula-taller de La Laguna se usan para llevar a cabo las piezas en microfusión, aislando el lecho del horno donde se situará el crisol fusible con ladrillos e incluir un orificio. Éste conectará con la parte superior de fusión con la parte inferior de la mesa donde se ubicarán los moldes refractarios esperando la colada. Principalmente se trata de aprovechar las ventajas del crisol fusible ideado por el Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, con el que se minimizan los riesgos en el vertido del metal y requiriendo de mucho menos espacio libre para maniobrar, pues se trata de una colada automática. No solo no precisa de una manipulación con pinzas y maneral por parte del escultor, sino que el espacio físico que exige este tipo de crisoles para la colada se reduce al

máximo. Dicho lo cual, en algunos casos las piezas pueden ser resueltas sin modelos en cera, por ejemplo con moldes de arena, lo que también sumaría la ventaja de eliminar algunas fases como la del descerado y cocción del molde. Ya mencionamos que la fundición a la arena se complica bastante si el modelo para su vaciado necesita de varias piezas, sin embargo todo se simplifica si los modelos son sencillos y se solventan con un moldeo a dos piezas. El Bajo relieve, por ejemplo, puede ser un buen género dentro de la escultura para ser fundido a la arena junto a la colada automática por crisol fusible.

Hoy por hoy, este sistema aún no ha sido testado como es debido, por lo tanto no podemos asegurar los resultados sin una investigación práctica adecuada, si bien confiamos en que se trata de un enfoque con el que lograr resultados interesantes.



24. Tres recreaciones digitales en las que podemos ver algunas de las posibilidades mixtas en fundición artística con crisol fusible. Izquierda: sistema utilizado comúnmente y diseñado por el Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo en el proceso de fundición con cáscara cerámica y crisol fusible incorporado; Centro: Fundición por crisol fusible exento con la inclusión de un molde de *chamota*; Derecha: Fundición por crisol fusible exento con la inclusión de un molde de arena en verde.

CAPITULO V.

5. PARÁMETROS PRESENTES EN LA INTEGRACIÓN DE UNA ACTIVIDAD COMO LA FUNDICIÓN ARTÍSTICA EN EL TALLER DE ESCULTOR

5.1. Parámetros Sustanciales en el Proceso de Integración.

5.1.1. Fuentes de Energía: Combustibles y energía eléctrica.

La elección de un combustible o una fuente de energía específica condiciona numerosos aspectos de la fundición artística. Afecta al proceso técnico; al potencial calorífico; al espacio de taller; y por supuesto al equipo de trabajo. Veremos como un horno de cocción varía notablemente su diseño, en función a si es alimentado con gas o por el contrario con madera. Joe Finch o José María de la Poza a pesar de ser dos autores que tratan el tema de los hornos de modo muy diferente -Finch plantea la construcción de hornos de cocción para ceramistas⁴³ y de la Poza analiza los hornos industriales de fusión para metales⁴⁴- estructuran sus libros apoyándose visiblemente en los diferentes sistemas de alimentación energética de los equipos. El propio Ian Gregory va definiendo gran parte del diseño de los hornos cuando habla de los combustibles⁴⁵.

⁴³ FINCH, Joe. *Kiln construction. A brick by brick approach*. London: A&C Black Publishers Limited, 2006.

⁴⁴ DE LA POZA LLEIDA, José María. *Hornos para fundir metales y sus aleaciones*. Barcelona: Oikos-Tau, 1994.

⁴⁵ GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*. Aguadé, Mariona; Amorós, Rosa; y Cervelló Bofill, María (trad.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1997, pp. 11-27.

En este apartado se muestran los combustibles usados comúnmente en una actividad escultórica como la fundición artística. No vamos a profundizar en exceso en aspectos técnicos pues no se trata de generar un estudio pormenorizado sobre recursos energéticos. Es decir, se abordan desde un principio de clasificación sencillo, diferenciando si se trata de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos o si interviene un sistema eléctrico, sopesando las consecuencias al elegir uno u otro para el taller de escultor. Posteriormente, cuando detallemos algunos equipos técnicos, ampliaremos las consecuencias del uso de una fuente de energía u otra.

5.1.1.1. *Combustibles sólidos.*

Entre éstos, destacamos el uso de la madera, el carbón vegetal, el coque y el carbón mineral. El poder calorífico de la madera como combustible ronda las 4500 Kcal/kg. Es bajo si lo comparamos con el potencial de otros, como el carbón mineral o el gas natural⁴⁶, sin embargo su uso en procesos de fundición artística como el descerado y cocción de moldes refractarios o en la fusión de metales no férricos está bien avalado históricamente. Un aporte adicional de aire al proceso de combustión, con un sistema de ventilación forzado, aumenta considerablemente su potencial térmico. En realidad, con esta ayuda también consumimos el combustible más rápidamente lo que hace necesario contar con una buena cantidad de madera para mantener la temperatura.

En su uso encontramos dos inconvenientes; Abastecerse de grandes cantidades de madera puede ser complicado; como lo es disponer del almacén apropiado en las proximidades o dentro del taller para albergarla. Es difícil mantener tanta leña en buenas condiciones para su utilización, y su almacenamiento afecta directamente al espacio útil de trabajo. Joe Finch hace una interesante observación con respecto al empleo de un ventilador, recordándonos que no en todos los lugares de trabajo se dispone de toma eléctrica. En ese caso, contar con un soplador de apoyo a la combustión es complicado y recurrir a un sistema manual de fuelles es una opción anacrónica, además de pesadísima debido al tiempo que se necesita para llevar a cabo un buen descere o cocción de moldes para fundición –pueden necesitarse más de 24 horas de trabajo-. Habría que recurrir entonces a un generador eléctrico de gasoil o gasolina con el que conseguir dar viabilidad al sistema de aire forzado, terminando por trabajar con un circuito múltiple de tres fuentes energéticas.

Salvo por la observación de Joe Finch, la madera es un combustible interesante para aquellos escultores que dispongan de taller en zonas rurales o terreno rústico. Entre sus ventajas se encuentra principalmente el hecho de que es un material natural, resulta considerablemente económico y se puede llegar adquirir con relativa facilidad, si el escultor dispone de contactos y medios. Puede recurrir a los excedentes de madera producidos por

⁴⁶ CAMACHO ATALAYA, Antonio. *La madera como combustible*. [En línea] [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web: http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_724_16609.pdf

una carpintería u otras empresas del sector o bien recolectar cuanta madera le sea posible mediante el reciclado doméstico y urbano.

Aumentando un poco el presupuesto el escultor tiene acceso al carbón vegetal. Se trata de un combustible sólido artificial, un material de alto contenido en carbono, fabricado por el hombre y que se obtiene al someter la madera a un proceso controlado de carbonización. Su poder calorífico, 7000 Kcal/Kg⁴⁷ es superior al de la madera, gracias a un porcentaje mucho menor de agua. La presencia de humedad es importante en la combustión, el agua absorbe calor al evaporarse y afecta negativamente al rendimiento calórico del combustible⁴⁸. Los problemas de almacenaje y mantenimiento en comparación con la leña se mitigan, pero siguen estando presentes. El carbón vegetal suele comercializarse en sacos de entre 3 y 30 kg lo que hace necesario contar con una cantidad de sacos importante, si se pretende llevar a cabo un horneado de cilindros o moldes de arcilla. Todo depende por supuesto del volumen de trabajo del escultor; del número de piezas a descascar, o de la cantidad de metal si se trata de una fase de fundición.

El procesamiento con altas temperaturas de grandes cantidades de carbón genera un residuo combustible cuya composición presenta un porcentaje en carbono superior al 84%⁴⁹. Determinado tipo de carbón, de cualidades físicas concretas pues no todos los carbones son coquizables, es sometido a un tratamiento térmico sin presencia de oxígeno con temperaturas superiores a los 1000 °C, obteniéndose el coque.

*(...) es el residuo de la destilación del carbón. Estructuralmente el coque es un compuesto celular, poroso. Las propiedades físicas y químicas del coque metalúrgico, así como de su composición, dependen del carbón usado y de la temperatura de coquización. (...), y no todos los carbones coquizables dan la misma firmeza o masa celular característica del coque apropiado para uso metalúrgico. Algunos carbones producirán un coque aceptable sin mezclarse con otros carbones, mientras que otros son usados únicamente como constituyentes de una mezcla.*⁵⁰

*Existen dos poderosas ventajas para sugerir el empleo de cok. La primera es que, de una forma u otra, es una comodidad que pueda obtenerse en todas partes. La segunda, donde se anticipa la fusión del hierro, es que probablemente es posible obtener más calorías con este procedimiento que con los otros dos.*⁵¹

⁴⁷ Ibídem, p. 1.

⁴⁸ Ibídem.

⁴⁹ DÍEZ DÍAZ-ESTÉBANEZ, María Antonia; ÁLVAREZ GARCÍA, Ramón; MELENDI ESPINA, Sonia. *El proceso siderúrgico como vía de reciclado de residuos plásticos*. 2012. [En línea] [Consultado: 01/03/2017] Disponible en web: http://www.gecarbon.org/boletines/articulos/boletinGEC_024_art.3.pdf

⁵⁰ LEÓN D., Elard F. La importancia del carbón mineral en el desarrollo. *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*. 2006, v. 9, n. 18, 2012, p.3. [consulta: 23 mayo 2017]. Disponible en web: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/579>,

⁵¹ ASPIN B., Terry. *Principios de fundición*. Edición 1ª. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.L., 1995, p.19.

Cuando T. Aspin destaca que el carbón de coque se puede conseguir en todas partes, se refiere a que se fabrica en prácticamente todos los países. En España suele ser ofertado en alguna de las empresas del sector y en pocas carbonerías locales.

El carbón de hulla es bastante conocido por escultores interesados en la forja. Se trata de un combustible mineral fósil, una masa estratigráfica de material vegetal originada por la acción geológica, compuesto de un 80-90 por ciento de carbono y con un alto potencial calorífico⁵².

Combustible	Densidad media kg/m ³	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg	Combustible	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg
Turba	360	21300	22500	Aglomerados de carbón	31300	35600
Lignito	1050	28400	29600	Carbón de madera	31400	33700
Hulla	1350	30600	31400	Coque	29300	33700
Antracita	875	34300	34700	Coque de petróleo	34100	36500

Tabla 6. Poder calorífico del carbón y otros combustibles sólidos.

Se hace referencia al carbón de hulla por ser tal vez el combustible sólido de origen mineral más común en sectores no industriales. Pero es interesante conocer otros como el carbón de antracita, un mineral que dado su concentración de carbono y un contenido muy bajo de material volátil, produce una combustión más limpia que otros carbones.

En líneas generales, el uso de un combustible sólido, ya sea leña, carbón vegetal o mineral, es un recurso sucio. Durante su combustión genera bastante humo, emite dióxido de carbono y azufre que son perjudiciales para el medio y, lo que es más importante, una exposición intensa o muy prolongada a estos gases en un espacio de trabajo poco ventilado puede suponer un gran riesgo para el escultor. Junto a la emisión de humo y gases, otra de las desventajas que debemos destacar es su almacenamiento. El volumen de material requerido para fundir metal, aunque se trate de metales no férricos, -como se ha mencionado- es considerable, más aún si es para descerar y cocer moldes de *chamota*, mortero refractario o arcilla. Entendemos que reservar un lugar para albergar pilas de madera o leña dentro del taller es reducir al escultor su espacio de trabajo. Aunque sea inevitable contar con una zona para ello, ha de analizarse bien su capacidad, distinguiendo qué corresponde al combustible y qué lugar se reserva a otros materiales de escultura.

Sin embargo, en su haber tenemos que valorar que no es un recurso caro. Los sólidos, tal vez sean la familia de combustibles más económica. Incluso, recordemos que si se trata de madera, el escultor puede servirse del material sobrante o restos, por ejemplo, de las carpinterías cercanas. Aunque se corre el riesgo de que la madera obtenida de ese modo necesite almacenarse y secarse durante un año antes de que esté preparada para su uso.

⁵² Ibídem, p.2.

Como bien apunta Ian Gregory, los combustibles sólidos como el carbón son más aptos para trabajar con equipos pequeños ya que alimentar con ellos hornos grandes supone un gran esfuerzo. *Resumiendo, la cocción de leña puede ser, y habitualmente es, una técnica muy fatigosa, pero que seduce al ceramista como ningún otro tipo de combustible. La atención continua al fuego y a la cámara de cocción exige toda la concentración del ceramista pero, aunque puede ser agotador en hornadas muy largas, es realmente emocionante.*⁵³

5.1.1.2. Combustibles líquidos.

El gasoil o diésel y la gasolina tienen la gran ventaja de ser de los combustibles más usados hoy día. En España, según anotaciones del Ministerio de Industria, Energía y Turismo⁵⁴, en 2011 el 45% del consumo energético provenía de este tipo de combustibles. Ambos se componen de hidrocarburos alifáticos y derivan del petróleo. Éste, al igual que el carbón mineral, se genera por las altas presiones y elevadas temperaturas a la que es sometida la materia orgánica en determinados procesos geológicos.

Si en los combustibles sólidos el aporte de aire forzado constituía una opción para aumentar su potencia, en los combustibles sólidos es prácticamente una obligación. Usar gasoil o gasolina directamente para alimentar el horno es inusual. Normalmente se abastece gota a gota, pulverizándolas con el ventilador. Si es cierto que se pueden plantear sistemas que prescindan de ventilación mecánica, como el *quemador de placas por goteo, de cascada* o el *quemador de sombrero de copa* expuestos por Ian Grégory. Pero la pulverización del combustible con aire a presión es el mejor sistema para alimentar un horno de fusión o cocción. El control de la mezcla aire-combustible y el tiro de la chimenea son claves para su rendimiento⁵⁵.

*El uso correcto del fuel-oil comprende muchos factores importantes. Estos aceites suelen ser demasiado viscosos a las temperaturas ordinarias para poder fluir hasta el quemador o para atomizarse satisfactoriamente, y por esto hay que calentarlos para llevarlos a la condición deseada.*⁵⁶

De la Poza aporta un dato interesante sobre el estado del combustible en relación a la temperatura ambiente. La fluidez de los combustibles líquidos ha de controlarse. Quizás al escultor nobel no es conveniente indicarle que caliente previamente el combustible para su uso... pero sí ha de estar atento a este factor antes de comenzar a trabajar. Sobre todo en periodos estacionales muy fríos, que es cuando el gasoil puede espesarse y no llegar bien al quemador, generándose un esparcido inapropiado y hasta peligroso. Pero los combustibles

⁵³ GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*, p. 18.

⁵⁴ MINISTERIO ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *El Petróleo*. [En línea] [Consultado: 09/05/17]. Disponible en web: <http://www.minetad.gob.es/energia/Petroleo/Paginas/Index.aspx>

⁵⁵ GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*, p. 23.

⁵⁶ DE LA POZA LLEIDA, José María. *Hornos para fundir metales y sus aleaciones*, p. 95.

líquidos no son los únicos a los que afecta la climatización del taller –como comprobaremos más adelante-.

La llama de un quemador de gasoil o gasolina con ventilación forzada es bastante fuerte y puede ocasionar daños al refractario de la cámara de combustión, siendo aconsejable prevenir ese tipo de incidencias previamente en su diseño, o bien tomar medidas para mitigar el deterioro. Por ejemplo, una solución sería reforzar más la zona en riesgo o interponer un elemento refractario protector que impida que la llama se proyecte directamente en la pared del horno.

Observamos que el rendimiento calórico teniendo en cuenta el volumen de material necesario es muy diferente entre las dos familias de combustibles descritas hasta el momento, sólidos y líquidos. Es decir, si quisiéramos descerar cuatro cilindros de *chamota*, la cantidad de combustible sólido que necesitamos supera bastante en volumen a la cantidad de combustible líquido viable para esa misma labor. Este hecho repercute directamente en un aspecto vital para el taller, el espacio.

Tampoco hay que preparar el material antes de usarlo como ocurría con la madera. Suelen usarse bidones específicos para conservar este tipo de productos. Algunos hornos cuentan con un depósito incorporado, otros equipos sin embargo, alimentan sus quemadores externamente y el tanque de combustible es independiente. En los cursos de verano de Priego de Córdoba, por ejemplo, el horno de fusión cuenta con un quemador de gasoil y su depósito está situado a una gran distancia y elevado a una altura aproximada de 3.4 m. Su posición proporciona la presión necesaria para que el combustible descienda y alimente de un modo continuo al quemador. Aunque la mufla disponga de un tanque para el gasoil o la gasolina, es recomendable llenarlo minutos antes de ser usado y atender a que tras el trabajo no quede en su interior mucho sobrante. Tener estos materiales mucho tiempo en desuso puede afectarles de muchas formas. Si están en barriles o bidones el escultor puede tratarlos si están demasiado viscosos o se aprecia decantaciones, si el combustible está localizado dentro del horno esta operación es más compleja.

Conseguir gasoil o gasolina no plantea dificultades más allá de disponer de transporte, pues existe un gran número de gasolineras donde abastecerse de estos combustibles.

5.1.1.3. *Combustibles gaseosos.*

Precisamente en las gasolineras, además de gasoil, el escultor puede adquirir otros recursos energéticos con los que trabajar en fundición, como el Butano o el Propano. Se tratan de gases combustibles y son derivados de la licuación del petróleo, de ahí que suelen referirse a ellos como GLP (Gases Licuados del Petróleo). En realidad, el contenido de las bombonas de gas convencionales es una mezcla de ambos combustibles, en diferentes proporciones, envasada a presión y a baja temperatura; el propano que conocemos es en realidad un 80% de propano y un máximo del 20% de butano; Por su parte, lo que compramos como butano

es un 80% butano y un 20% de propano⁵⁷. Para la cocción de moldes refractarios o fusión de metales ¿Qué conviene más el butano o el propano? ¿Por qué para alimentar los fogones de una marisquería, por ejemplo, suele usarse el propano y no el butano? ¿Se debe a que el poder calorífico del gas propano es mayor que el producido por gas butano? Son preguntas que pueden rondarnos alguna vez la cabeza. Pues bien, tras estudiar la información facilitada en la página web de nuestro Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre los combustibles GLP, podemos decir que la diferencia entre el poder calorífico de ambos gases no puede considerarse relevante. Si se aprecia un rendimiento calorífico superior a otros combustibles:

- *Butano comercial, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es: 10.938 Kcal/Kg y el poder calorífico superior (P.C.S.) es: 11.867Kcal/Kg.*

- *Propano comercial, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es: 11.082 Kcal/Kg y el poder calorífico superior (P.C.S.) es: 12.052 Kcal/Kg.*

De forma aproximada, 1 Kg. de propano equivale a la energía proporcionada por: 1,24 m³ de gas natural; 1,20 lt. de fuel-oíl; a 3 m³ de gas ciudad; 1,30 lt. de gasoil; 3 a 6 Kg. de leña; 14 kWh de electricidad; a 2 Kg. de carbón.⁵⁸

Los siguientes datos son interesantes, y pueden aclarar nuestras preguntas:

A presión atmosférica y temperatura ambiente (1 atmósfera y 20°C), el Gas Licuado de Petróleo se encuentra en estado gaseoso. Para obtener líquido a presión atmosférica, la temperatura del butano debe ser inferior a -0,5°C y la del propano a -42,2°C. En cambio, para obtener líquido a temperatura ambiente, se debe someter al GLP a presión. Para el butano, la presión debe ser de más de 2 atmósferas. Para el propano, la presión debe ser de más de 8 atmósferas.

Un litro de líquido se transforma en 272,6 litros de gas para el propano y 237,8 litros de gas para el butano⁵⁹.

El butano alcanza su estado líquido a una temperatura mucho más alta que el propano. Es decir, cuando la bombona de butano se acerca a cero grados, se corre el riesgo de que el combustible de su interior se licue en exceso y quede dentro del envase. El propano, por el contrario, necesita de una temperatura muy baja para pasar a su estado líquido, la bombona tendría que llegar a superar los -40 grados para obstaculizar su función. Los quemadores que encontramos en las cocinas de una marisquería o los empleados en la fusión de metales, están operativos durante lapsos de tiempo muy largos, con lo que el flujo de gas suele estar al máximo y mientras el combustible sale a toda presión del interior de las bombonas éstas bajan su temperatura notablemente. Puede incluso aparecer escarcha y

⁵⁷ MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *Gases Licuados del Petróleo (GLP)*. [En línea] [Consultado: 09/05/2017]. Disponible en web:

<http://www.minetad.gob.es/energia/glp/Paginas/Index.aspx>

⁵⁸ *Ibidem*.

⁵⁹ *Ibidem*.

hielo en su superficie. En esos casos el butano empezaría a tener problemas para salir como debe.

La temperatura ambiente vuelve a resultar un factor influyente. Pues trabajar en espacios calurosos puede compensar el enfriamiento de las bombonas de gas butano por la presión y de ese modo poder usar todo su contenido.



25. Cadena de envasado, imagen de una de las fábricas de la compañía Repsol.

La presión necesaria para introducir el combustible en las bombonas, consigue otro de los beneficios al optar por estos combustibles: reduce su volumen de almacenamiento. Otros beneficios son expuestos claramente por Joe Finch:

PROS DE LOS LPG:

Los GLP pueden distribuirse en botellas de gas, lo que tiene la ventaja de ser transportable y esencial si el horno es construido en lugares de difícil acceso; (...), puede ser que ya disponga de una bombona de gas que pudiera alimentar al horno.

Hay muchos quemadores de GLP que funcionan con la presión del gas y no necesitan aportación de aire forzado. (Esto es importante si el lugar donde se sitúa el horno no dispone de toma eléctrica).

Los quemadores de gas son fáciles de manejar y con sistemas de seguridad integrados, por lo que son de uso seguro.

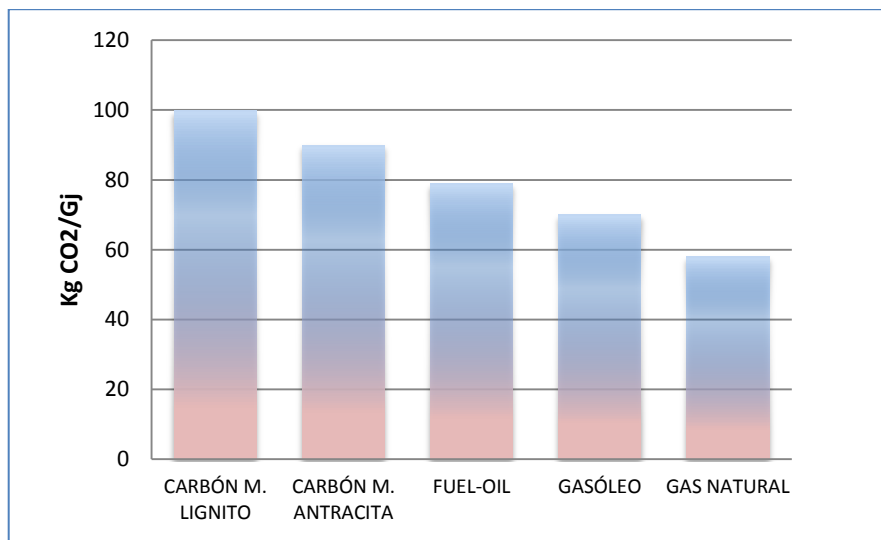
Durante la combustión no produce humo.

Los GLP necesitan conductos y chimeneas más pequeños que otros hornos de llama.⁶⁰

El gas natural es resultado de la mezcla de etano, carbono, nitrógeno y otros gases entre los que destaca el metano presente aproximadamente en un 70% de su composición. Es el combustible con menor impacto ambiental en su extracción, transformación y transporte, además de ser el que menos emisiones de CO₂ emite durante su combustión⁶¹.

⁶⁰ FINCH, Joe. *Kiln construction. A brick by brick approach*. Traducción de D^a. María Dolores Paz Arribas.

⁶¹ MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *Gases Licuados del Petróleo (GLP)*. [En línea]



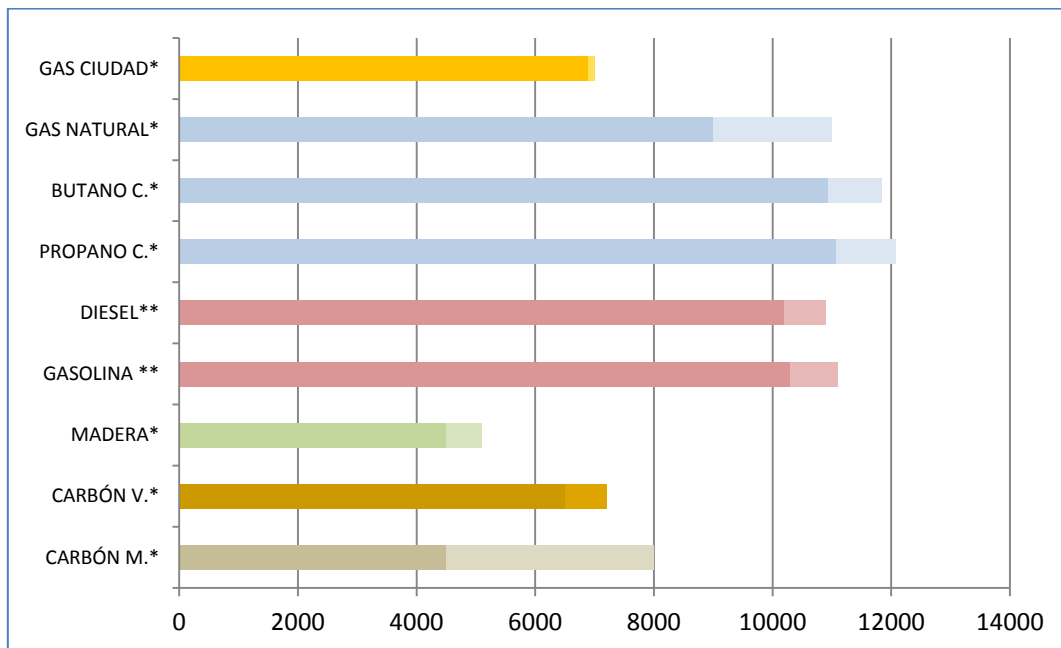
Gráfica 1. Emisiones de CO₂ a la atmosfera durante la combustión

Una de las grandes ventajas de este gas es que se distribuye mediante una red de abastecimiento urbano por medio de canalizaciones -como el suministro de agua-, por lo que llegaría directamente al taller del escultor, no haciendo necesaria una zona de almacenamiento para este combustible. Para hacer uso de él solo ha de conectar el equipo de trabajo a la toma gas. Sin bien, aunque su consumo en España muestra ciertos índices de crecimiento y estabilización a lo largo de los últimos años, a nivel doméstico es más bien bajo, enfocado a proyectos comunitarios más que al servicio particular de un local o vivienda. Un escultor al adquirir su taller puede encontrarse con que éste ya cuenta con gas natural, o que la comunidad de vecinos a la que pertenece dispone de la instalación receptora común, lo que facilita su alta a este servicio. Si el taller y su comunidad no están dotados previamente de esta instalación básica, su integración y posterior uso se complica bastante. Se estima que *Un tercio de la población española no tiene acceso al gas natural al no estar disponible esta fuente energética en sus lugares de residencia. De los dos tercios de la población con acceso, tan sólo la mitad son consumidores actualmente*⁶².

Es habitual confundir el gas natural con el gas ciudad, ya que se distribuye a casas y empresas prácticamente del mismo modo. Pero no son lo mismo, el gas natural como se ha mencionado se encuentra en estado natural en bolsas subterráneas, compuesto mayoritariamente de metano, mientras que el gas ciudad es una mezcla fabricada de hidrocarburos e hidrógeno, conseguida químicamente de la nafta o éter del petróleo. “Otra de las grandes diferencias es que el gas natural cuenta con un poder calorífico mucho

⁶² SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA. Subdirección General de Planificación Energética y Seguimiento. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *Planificación de los sectores de electricidad y gas 2012-2020. Desarrollo de las redes de transporte*. 2011, p.398. [Consultado: 09/05/2017]. Disponible en Web: http://www.minetad.gob.es/energia/es/ES/Novedades/Documents/PlanificacionElectricidadGas_2012_2020.pdf

mayor que el del gas ciudad que suele estar entorno al 40% superior. (...). Y a esto hay que añadirle que el precio del gas natural es mucho menor que el del gas ciudad”⁶³.



Gráfica 2. Poder calorífico de algunos combustibles mencionados en el proyecto: *Kcal/Kg - **Kcal/Litro - ***Kcal/m³

5.1.1.4. Energía eléctrica.

José María de la Poza considera que el rendimiento térmico de un sistema eléctrico de calefacción es aprovechado íntegramente⁶⁴, algo que comparativamente, no sucede durante la combustión de otras fuentes energéticas. Los sistemas de calefacción por resistencia eléctrica obtienen su potencial calorífico por conducción, sin generar residuos durante el proceso, siendo sin lugar a dudas de las fuentes de calor más limpias en su empleo. Dependiendo de la temperatura que el escultor estime necesaria para el horno, se recurre a un tipo u otro de resistencia, pues no todos los materiales resisten la misma carga eléctrica. En la siguiente tabla exponemos las indicaciones que este autor hace al respecto:

COMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS CALEFACTORES	TEMPERATURAS REQUERIDAS
Níquel-Plomo	1100 °C

⁶³ GARCÍA DE LOMAS, Javier. *Gas ciudad o Gas natural*. 2014. [En línea] [Consultado: 09/05/2017]. Disponible en Web: <https://www.planoyescala.com/2014/09/gas-ciudad-o-gas-natural.html>

⁶⁴ DE LA POZA LLEIDA, José María. *Hornos para fundir metales y sus aleaciones*, p. 57.

Hierro-Cromo-Aluminio	1200 °C
Carburo de Silicio	1100-1450 °C
Silicato de Molibdeno ⁶⁵	1300-1700 °C

Tabla 7.

Un factor de peso a tener en cuenta, sobre todo de cara al taller inserto en una comunidad de vecinos o en un contexto urbano, es lo silenciosos que resultan los equipos eléctricos en comparación con los hornos de combustión.

Entre los centros universitarios españoles es casi genérico el uso de hornos eléctricos en fundición, sobre todo muflas para el descerado y cocción de moldes refractarios. En la Facultad de BB. AA. de la Complutense, recordemos, usan un horno de fusión eléctrico. Más atípico es encontrar en un aula de fundición artística un horno de inducción. Por supuesto, su alto coste es el principal responsable. Tal vez, la Facultad de BB. AA de Sevilla sea la única en disponer de uno. Los sistemas de inducción son destinados básicamente a operaciones de fusión de metales y sus aleaciones, es una tecnología poco adaptada a otras fases de trabajo como por ejemplo el descerado de moldes refractarios. Los hornos de inducción aprovechan el campo electromagnético que origina la circulación de la corriente eléctrica por una bobina de hilo continuo o solenoide. *La energía eléctrica se convierte en calor en el propio metal por la acción⁶⁶ de ese campo magnético.* Los gases originados durante la fusión de metales, como el azufre, el cloro o el flúor, pueden dañar las resistencias, su exposición a éstos ha de ser controlada por si hubiese que cambiar el sistema de calefacción. Las microondas se presenta como una fuente de energía alternativa más en fundición artística. Sin ir más lejos, *el siete de noviembre de 2014 se registra la patente ES2519990 A1, fruto de la investigación del catedrático y Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo González en cooperación del Grupo de Electromagnetismo y Materia de la Escuela Técnica Superior de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de Cartagena (Murcia), liderado por el catedrático Juan Monzó⁶⁷.*

Patente que incluye el diseño y fabricación de un horno microondas específico y un procedimiento que perfecciona la fundición de moldes en cascarilla cerámica para obras de arte a la vez que permite ahorrar energía, tiempo y costes. Se trata de un sistema de descere alternativo para moldes de cascarilla cerámica de pequeño formato (microfusión), basado en el uso de susceptores, sensibles a las microondas con alta composición molecular teniendo una reacción magnetocalórica a la radiación producida por una fuente de microondas convencional(...). El proceso de descerado se produce en pocos minutos, sin peligrosidad para el fundidor a diferencia de otras muflas por combustión y recuperando el 90% de la totalidad de la cera. Gran parte del proyecto se ocupó en la fabricación del horno microondas ya que resultó bastante complejo. Se fabricó un prototipo

⁶⁵ SANZ LABAJOS, Pedro. *Manual de fundición a la cera perdida. Artes aplicadas de la escultura*. 1ª Ed. Madrid: La Hoja del Monte SL, 2010, p. 89.

⁶⁶ DE LA POZA LLEIDA, José María. *Hornos para fundir metales y sus aleaciones*, p. 77-78.

⁶⁷ ALBALADEJO, Juan Carlos, et al. *Fundición artística: Descere por microondas. Fundidores: fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*. 2016, núm. 226, pp. 19-21.

específico que cumpliera con unos requisitos concretos para el desarrollo del procedimiento; un sistema de desagüe de la cera, extracción de gases desde el interior de la cámara, determinación y aumento de potencia y un programador de control, entre otros.⁶⁸



26. D^ª. Itahisa Pérez Conesa introduciendo uno de los moldes cerámicos en el prototipo de microondas disponible en el aula-taller de la Facultad de BB, AA. de La Laguna.

Esta fuente de energía, o mejor dicho este tipo de tecnología es sin duda uno de los grandes avances en el campo de la fundición artística con moldes de cáscara cerámica. Y al igual que la investigadora D^ª. Itahisa Pérez Conesa⁶⁹, somos de la opinión de que, una vez que la investigación se materialice en un producto concreto y empiece a comercializarse, los centros educativos y el taller de escultor formarán parte de los grandes beneficiados.

5.1.1.5. El modelo de fundición como una fuente de energía. La cera del interior de los moldes y su combustibilidad.

Con las denominadas *técnicas de fundición artística a la cera perdida*, es importante tener presente durante el proceso de cocción y descerado de moldes refractarios la cantidad determinada y determinante de cera que éstos contienen en su interior. Quiere decir que cualquier fuente de energía que se utilice para poner en marcha el horno cuenta con un porcentaje de combustible adicional durante la fase de descerado. No considerar este dato

⁶⁸ Ibídem, pp. 19-28

⁶⁹ Entrevista a D^ª. Itahisa Pérez Conesa. 2016 [Correo electrónico].

puede entorpecer la actividad, dañar los moldes o lo que es peor, producir accidentes graves⁷⁰.

Esta precaución es extrapolable al trabajo con otros materiales de naturaleza inflamable que usemos para la realización del modelo de fundición.

5.1.1.6. Evaluación en base al Lugar y el Combustible como factor de integración.

A continuación evaluaremos de un modo conciso y visual las posibilidades de trabajar con una u otra fuente de energía teniendo en cuenta los diversos tipos de edificación:










TIPO DE EDIFICACIÓN					
	PARCELA SIN EDIFICAR		PARCELA + EDIFICACIÓN EN PRECARIO		UNIFAMILIAR ADOSADO A VARIOS
	EDIFICACIÓN AISLADA		EDIFICACIÓN AISLADA + ANEXO		NAVE
	EDIFICACIÓN ADOSADA		VIVIENDA EN BLOQUE DE PISOS		LOCAL

Tabla 8.







COMBUSTIBLES					
	SOLIDO MADERA		GAS G. L. P, (BUTANO, PROPANO)		LÍQUIDOS (GASOIL, GASOLINA)
	SOLIDO CARBÓN		GAS (CIUDAD, NATURAL)		ELECTRICIDAD

Tabla 9.

⁷⁰ Esta precaución es extrapolable al trabajo con cuantos materiales para la realización de modelos de fundición sean de naturaleza inflamable.







TIPO DE EDIFICACIÓN		OBSERVACIONES
PARCELA SIN EDIFICAR  PARCELA + EDIFICACIÓN EN PRECARIO 	Este modelo de edificación suele consistir en un espacio de trabajo provisional, en el que el escultor no suele ejercer esta parte del proceso en fundición.	
	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
	SOLIDO 	<u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Los combustibles sólidos no son la fuente de energía común en esta fase de trabajo aunque puede ser viable <u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> Los combustibles sólidos son una posibilidad viable para el descere. <u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Requieren de aire forzado para alcanzar temperaturas apropiadas. Sin otro recurso energético la única opción sería la aplicación manual de este aporte de aire.
	LIQUIDO 	<u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Los combustibles líquidos no son la fuente de energía común en esta fase de trabajo, aunque puede ser viable con el equipamiento apropiado. <u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> Suele requerirse de un quemador con aire forzado para pulverizar convenientemente el combustible. Otra opción sería una combustión por goteo que puede suponer un gasto adicional y menor poder calorífico. <u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Requiere un quemador con aire forzado.
	GAS 	<u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles adaptables a muchos tipos de bombona de gas, fáciles de transportar, que pueden usarse en espacios reducidos como una edificación en precario o <i>apero de labranza</i> . <u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> No requiere de aire forzado lo que la convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo. Se puede descerear <i>por choque térmico con campana</i> , con horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa... <u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.
	ELECTRICIDAD 	Este espacio de trabajos no suele contar con esta fuente de energía

Tabla 10.







TIPO DE EDIFICACIÓN	OBSERVACIONES:	
	Se trata de uno de los modelos de edificación más flexibles.	
	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
EDIFICACIÓN AISLADA 	SOLIDO 	<p>En estos espacios conviene trabajar al exterior.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Las fuentes de energía comunes en esta fase de trabajo suelen ser el gas y la electricidad. Existen una gran variedad de equipos eléctricos o de gas para trabajar los modelos de fundición –por ejemplo en cera-, fáciles de transportar y que no precisan de mucho espacio.</p>
	LIQUIDO 	<p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> Cualquier fuente de energía de las expuestas en esta tabla puede resultar viable en esta fase de trabajo.</p>
	GAS 	<p>Si se dispone de espacio suficiente al aire libre dentro de la parcela los combustibles sólidos pueden ser una opción viable para desceres y cocciones.</p> <p>Si la construcción cuenta con suministro eléctrico puede contarse con un ventilador incluyendo el aire forzado al uso de combustibles sólidos o al uso de quemadores de gasoil o gasolina. Tratándose entonces de una combinación de dos fuentes de energía.</p> <p>El gas no requiere de aire forzado lo que lo convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p>
	ELECTRICIDAD 	<p>Se puede descerar <i>por choque térmico con campana</i>, con horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa...</p> <p>La fuente de energía eléctrica es una opción si se dispone del equipo oportuno y la potencia eléctrica necesaria para poner en marcha esos equipos.</p> <p>La fuente de energía eléctrica es la opción más limpia pero no la más económica con algunos hornos.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Prácticamente todas las fuentes de energía especificadas en esta tabla son viables en esta fase de trabajo, si bien los combustibles sólidos y líquidos precisan de aire forzado para alcanzar las temperaturas requeridas por algunos metales o aleaciones.</p>
EDIFICACIÓN AISLADA + ANEXO 		

Tabla 11.















TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
EDIFICACIÓN ADOSADA 	SOLIDO 	<p>Viable si se tiene patio exterior pues es imprescindible trabajar con estos combustibles al aire libre. De lo contrario se precisa de un sistema de extracción apropiado.</p> <p>Su combustión puede ser muy molesta para los vecinos.</p>
	LIQUIDO 	<p>Su combustión no es de las más limpias, puede ser molesta para los vecinos y requerir de un sistema de extracción apropiado.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Los combustibles líquidos no son la fuente de energía común en esta fase de trabajo, aunque puede ser viable con el equipamiento apropiado.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> Suele requerirse de un quemador con aire forzado para pulverizar convenientemente el combustible. Otra opción sería una combustión por goteo, lo que puede suponer un gasto adicional y menos poder calorífico.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Requerirse de un quemador con aire forzado. Puede ser una buena opción si se trata de un adosado con patio exterior.</p>
	GAS 	<p>Sin una buena ventilación su uso puede ser peligroso.</p> <p>Se trata de una de las fuentes de energía más independientes. La presión forma parte de la naturaleza de este combustible por lo que puede ser utilizado sin aire forzado.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, adaptables a muchos tipos de bombona de gas, fáciles de transportar, que pueden usarse en espacios reducidos como una edificación en precario o <i>apero de labranza</i>.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p> <p>Se puede descerar <i>por choque térmico con campana</i>, con horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa...</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.</p>
	ELECTRICIDAD 	<p>Es una fuente de energía integrada en la vivienda, por lo que no ocupa espacio adicional.</p> <p>Es la fuente de energía más limpia. Se puede recurrir a ella para todas las fases de trabajo en fundición artística.</p>

Tabla 12.

TIPO DE EDIFICACIÓN	OBSERVACIONES:	
VIVIENDA EN BLOQUE DE PISOS 	Se trata de uno de los modelos más complejos ante la integración de una actividad como la fundición artística –y en general ante muchas técnicas escultóricas-	
	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
	SOLIDO 	Los combustibles sólidos no son la fuente de energía muy común en esto espacios, aunque puede ser viable es complicado su uso en cualquier fase de trabajo en fundición artística Son combustibles con emisiones muy molestas para trabajar con ellos en un piso.
	LIQUIDO 	Para este tipo de edificación puede ser una fuente de energía difícil de integrar. Se necesita cierto espacio para albergar el equipo necesario con el que poder trabajar con este combustible. Son combustibles con emisiones muy molestas para trabajar con ellos en un piso. Precisa aire forzado en algunas fases de trabajo como en la fusión de metales.
	GAS 	Ocupa muy poco espacio (si es gas natural menos aún) Es uno de los combustibles más comunes este tipo de edificación integrado en la instalación propia de la edificación. Sin sistema de extracción su combustión puede ser molesta. Sin una buena ventilación su uso puede ser peligroso Se trata de una de las fuentes de energía más independientes. La presión forma parte de la naturaleza de este combustible por lo que puede ser utilizado sin aire forzado. <u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles adaptables a muchos tipos de bombona de gas, fáciles de transportar, que pueden usarse en espacios reducidos como es un apartamento. <u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</u> Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo. Se puede descerar <i>por choque térmico con campana</i> , con horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa... aunque algunos de equipos no son apropiados para este espacio. Requiere de equipos apropiados y de un buen sistema de ventilación y tratamiento de humos. <u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.
	ELECTRICIDAD 	Es una fuente de energía integrada en la vivienda, por lo que no ocupa espacio adicional. Es la fuente de energía más limpia. Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística. <u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Es una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos como es un piso.

		<p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES</u>: Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p> <p>Requiere de equipos apropiados y de un buen sistema de ventilación y tratamiento de humos.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL</u>: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.</p>
--	--	---

Tabla 13.

TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
UNIFAMILIAR ADOSADA A VARIOS 	SOLIDO 	
	LIQUIDO 	<p>Si se trata del tipo unifamiliar y se cuenta con terraza privada puede ser un combustible viable.</p> <p>Su combustión no es de las más limpias, puede ser molesta para los vecinos y requerir de un sistema de extracción apropiado.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN</u>: Los combustibles líquidos no son la fuente de energía común en esta fase de trabajo, aunque puede ser viable con el equipamiento apropiado.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES</u>: Requiere de cierto espacio para albergar el equipo con el que poder trabajar con este combustible.</p> <p>Suele requerirse de un quemador con aire forzado para pulverizar convenientemente el combustible. Otra opción sería una combustión por goteo, lo que puede suponer un gasto adicional y menos poder calorífico.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL</u>: Requiere de un quemador con aire forzado. Puede ser una buena opción si se cuenta con terraza u otro espacio de exterior.</p>
	GAS 	<p>Ocupa muy poco espacio (si es gas natural menos aún)</p> <p>Es uno de los combustibles más comunes en tipo de edificación.</p> <p>Sin sistema de extracción su combustión puede ser molesta.</p> <p>Sin una buena ventilación su uso puede ser peligroso.</p> <p>Se trata de una de las fuentes de energía más independientes. La presión forma parte de la naturaleza de este combustible por lo que puede ser utilizado sin aire forzado.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN</u>: Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles adaptables a muchos tipos de bombona de gas, fáciles de transportar, que pueden usarse en espacios reducidos como una edificación en precario o <i>apero de labranza</i>.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES</u>: Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo. Se puede descerar <i>por choque térmico con campana</i>, con</p>






		<p>horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa...</p> <p>FUSIÓN Y COLADA DE METAL: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado. Una buena opción si se cuenta con terraza u otro espacio de exterior.</p>
	<p>ELECTRICIDAD</p> 	<p>Es una fuente de energía integrada en la vivienda, por lo que no ocupa espacio adicional.</p> <p>Es la fuente de energía más limpia.</p> <p>Se puede recurrir a ella en cualquier fase de trabajo en fundición artística.</p> <p>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN: Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos como es un piso.</p> <p>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES: Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p> <p>Requiere de equipos apropiados y de un buen sistema de ventilación y tratamiento de humos.</p> <p>FUSIÓN Y COLADA DE METAL: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.</p>

Tabla 14.

TIPO DE EDIFICACIÓN	OBSERVACIONES:	
<p>NAVE</p> 	Se trata quizás del modelo de edificación mejor adaptado a las necesidades de un escultor con intención de integrar la fundición artística en su espacio de trabajo de forma permanente.	
	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
	<p>SOLIDO</p> 	<p>Se puede trabajar tanto al exterior como en interior</p> <p>Si se dispone de espacio suficiente prácticamente todos los combustibles pueden ser una opción viable para desceres, cocciones y fusiones.</p> <p>Si la construcción cuenta con suministro eléctrico puede trabajarse con una combinación de dos fuentes de energía. Como por ejemplo, electricidad para el descerado y gas para la fusión, etc. Si cuenta con energía eléctrica no tiene problemas para incorporar aire forzado a quemadores de gasoil o mientras se trabaja con combustibles sólidos.</p> <p>La fuente de energía eléctrica es una opción viable en todas las fases de trabajo en fundición artística.</p> <p>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</p> <p>Las fuentes de energía comunes en esta fase de trabajo suelen ser el gas y la electricidad.</p> <p>Existen una gran variedad de equipos eléctricos o de gas para trabajar los modelos de fundición –por ejemplo en cera-, fáciles de transportar y que no precisan de mucho espacio.</p> <p>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:</p> <p>Cualquier fuente de energía de las expuestas en esta tabla puede resultar viable en esta fase de trabajo.</p> <p>Si se dispone de espacio suficiente al aire libre dentro de la parcela los combustibles sólidos pueden ser una opción viable para desceres y cocciones.</p>
	<p>LIQUIDO</p> 	
	<p>GAS</p> 	






	<p>ELECTRICIDAD</p> 	<p>Si la construcción cuenta con suministro eléctrico puede contarse con un ventilador incluyendo el aire forzado al uso de combustibles sólidos o al uso de quemadores de gasoil o gasolina. Tratándose entonces de una combinación de dos fuentes de energía.</p> <p>El gas no requiere de aire forzado lo que lo convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p> <p>Se puede descender <i>por choque térmico con campana</i>, con horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa...</p> <p>La fuente de energía eléctrica es una opción si se dispone del equipo oportuno y la potencia eléctrica necesaria para poner en marcha esos equipos.</p> <p>La fuente de energía eléctrica es la opción más limpia pero no la más económica con algunos hornos.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u></p> <p>Prácticamente todas las fuentes de energía especificadas en esta tabla son viables en esta fase de trabajo, si bien los combustibles sólidos y líquidos precisan de aire forzado para alcanzar las temperaturas requeridas por algunos metales o aleaciones.</p>
--	--	---

Tabla 15.

TIPO DE EDIFICACIÓN	OBSERVACIONES:	
<p>LOCAL</p> 	Se trata de uno de los modelos más complejos ante la integración de una actividad como la fundición artística.	
	COMBUSTIBLE	OBSERVACIONES
	<p>SOLIDO</p> 	<p>Los combustibles sólidos no son la fuente de energía muy común en estos espacios, aunque puede ser viable es complicado su uso en cualquier fase de trabajo en fundición artística</p> <p>Son combustibles con emisiones muy molestas para trabajar con ellos en un local.</p>
	<p>LIQUIDO</p> 	<p>Para este tipo de edificación puede ser una fuente de energía difícil de integrar.</p> <p>Es imprescindible contar con un sistema de ventilación apropiado, si no puede ser inviable.</p> <p>Se necesita cierto espacio para albergar el equipo necesario con el que poder trabajar con este combustible.</p> <p>Son combustibles con emisiones muy molestas para trabajar con ellos en un local.</p> <p>Precisa aire forzado en algunas fases de trabajo como en la fusión de metales.</p>
	<p>GAS</p> 	<p>Ocupa muy poco espacio (si es gas natural menos todavía)</p> <p>Es uno de los combustibles más comunes este tipo de edificación integrado en la instalación propia de la edificación.</p> <p>Sin sistema de extracción su combustión puede ser molesta.</p> <p>Sin una buena ventilación su uso puede ser peligroso</p> <p>Se trata de una de las fuentes de energía más independientes. La presión forma parte de la naturaleza de este combustible por lo que puede ser utilizado sin aire forzado.</p>


		<p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN</u>: Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles adaptables a muchos tipos de bombona de gas, fáciles de transportar, que pueden usarse en espacios reducidos como es un local.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES</u>: Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p> <p>Se puede descerar <i>por choque térmico con campana</i>, con horno-mufla de ladrillo refractario, llama directa... aunque algunos de equipos no son apropiados para este espacio.</p> <p>Requiere de equipos apropiados y de un buen sistema de ventilación y tratamiento de humos.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL</u>: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.</p>
	<p>ELECTRICIDAD</p> 	<p>Es una fuente de energía integrada en la vivienda, por lo que no ocupa espacio adicional.</p> <p>Es la fuente de energía más limpia.</p> <p>Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN</u>: Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos como es un local.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES</u>: Al no requerir de aire forzado se convierte en una fuente de energía autónoma en esta fase de trabajo.</p> <p>Requiere de equipos apropiados y de un buen sistema de ventilación y tratamiento de humos.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL</u>: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.</p>

Tabla 16.

5.1.2. Equipos técnicos de trabajo.

En este apartado estudiamos los equipos de trabajo más relevantes en el proceso de fundición artística: los Hornos. No incluimos referencias al conjunto de herramientas y utillaje necesarios para ejercer la actividad.

Shale et al. (2003) realizaron un experimento de fundición en una vasija usando cuprita muy pura recogida en un yacimiento calcolítico de Israel,... El crisol con la cuprita machacada, de 4 o 5 cm de profundidad y unos 15 cm de diámetro, se situó sobre brasas de carbón y fue cubierto totalmente con más carbón que, al poco, ardía vivamente ayudado de los chorros de aire de dos toberas accionadas por fuelles de cuero. Las toberas estaban situadas de manera que la corriente de aire incidiera alternativamente, de modo rasante, sobre la boca del crisol, constantemente cubierta por una capa de ocho o diez cm de carbón ardiente. Al cabo de unas tres horas de operación el crisol contenía un caldo de cobre fundido que fue vertido en un molde monovalvo para obtener un hacha plana de unos 200 gr de peso. Prácticamente no se produjo escoria en el proceso: apenas unas pequeñas costras adheridas a la pared del crisol.⁷¹

El texto sobre estas líneas, describe como en la prehistoria de nuestra península un fundidor lograba fundir metal con el equipo técnico del que disponían. Destaca su sencillez; carbón vegetal, cuprita, cerámica y la aportación de aire. Con el tiempo los equipos se han sofisticado, o por decirlo de otro modo han evolucionado en diseño y rendimiento técnico. Hoy día, existe una amplia variedad de hornos en el campo de la fundición artística, lo cual dificulta realizar una ordenación exhaustiva que contemple todas las posibilidades. Algunos están destinados a funciones muy específicas y poseen un diseño técnico, una disposición ergonómica o un potencial energético muy concretos, que termina por apreciarse en su contexto. Pensemos, por ejemplo, en un horno de cubilote y cómo su forma y manejo difiere bastante de un horno de reverbero pues se trata de hornos con capacidades y sistemas de calefacción muy distintos.

Hay ciertos criterios que pueden ayudar al escultor a realizar una clasificación adecuada a sus necesidades, con respecto a hornos propios de fundición artística. No se trata de conseguir tipificar todos los equipos existentes, pues se pretende mantener distancia con la magna industria metalúrgica. Veamos algunos de esos criterios:

- La Fuente de Energía utilizada para alimentar el horno es un claro condicionante –como ya advertimos-. El escultor cuenta con la posibilidad de trabajar con diferentes fuentes de energía, bien mediante combustibles –sólidos, líquidos, gaseosos- o mediante un sistema de calefacción eléctrica. Cualquier opción tiene consecuencias sobre aspectos técnicos y la estética del equipo de trabajo.
- Incluso la relación entre el combustible, la combustión y la carga puede servir para tipificar un horno. Algunos equipos disponen el combustible en la misma cámara que los

⁷¹ ROVIRA LLORENS, Salvador. Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la prehistoria de la Península Ibérica. *NORBA. Revista de Historia*. 2004, núm.17, p.13.

moldes a descerar. Hay otros casos, en los que el metal no tiene contacto directo con el combustible pues está contenido en un crisol –aunque sufre los efectos caloríficos de la combustión-. O un autoclave, por ejemplo, puede utilizar la electricidad o el gas como fuente de energía para conseguir el vapor de agua, pero no deja de ser el vapor quien tiene contacto con las piezas y el que posibilita el descere.

- Puede hacerse una clasificación atendiendo a la manera en que la llama o el foco calórico son transmitidos o direccionados al interior de la cámara principal. El quemador puede estar situado en un lateral del horno, en la zona inferior, con la llama orientada directamente hacia la carga o bien indirectamente, etc...
- La forma del cuerpo principal o recinto de carga también puede ser un criterio de clasificación. Hay hornos que suelen tener formas prismáticas de base cuadrangular, de carácter abovedado o no, como las muflas cerámicas o los microondas, y otros por lo general cilíndricos, como por ejemplo las simples estructuras para Raku o los equipos de fusión con crisol.
- El modo de cargar o descargar el horno genera variaciones estructurales a considerar. Un horno basculante por ejemplo, presenta un sistema de manejo para descargar su contenido muy diferente a un equipo de crisol exento o al horno adaptado a un crisol fusible.

La manera de introducir o retirar la carga en un horno de cocción o descerado varía mucho si dispone de apertura frontal, superior, con dispositivo de elevación para todo el cuerpo principal o si la solera es extraíble, tipo carretilla...etc.

- Ha de estudiarse bien la adquisición o construcción de un horno de carácter permanente o de carácter versátil, que se pueda mover, trasladar o montar y desmontar. La naturaleza del horno en este sentido afecta tanto al propio equipo como a muchas infraestructuras vinculadas a él –como el sistema de extracción o el acondicionamiento térmico del taller-.
- Y por supuesto la función que desempeña es decisiva en sus características tanto tecnológicas como estéticas.

A continuación, analizaremos dos de los equipos de trabajo claves para la fundición artística; el horno de cocción y el horno de fusión. Si bien podría tratarse de un único equipo que llevara a cabo ambas labores, comúnmente se distinguen los dos equipamientos. Comenzamos desde un criterio funcional, pero sin descartar otros aspectos que –como se ha visto- condicionan notoriamente a estos equipos de trabajo.

La estructura básica que comparten estos hornos podría sintetizarse como sigue:

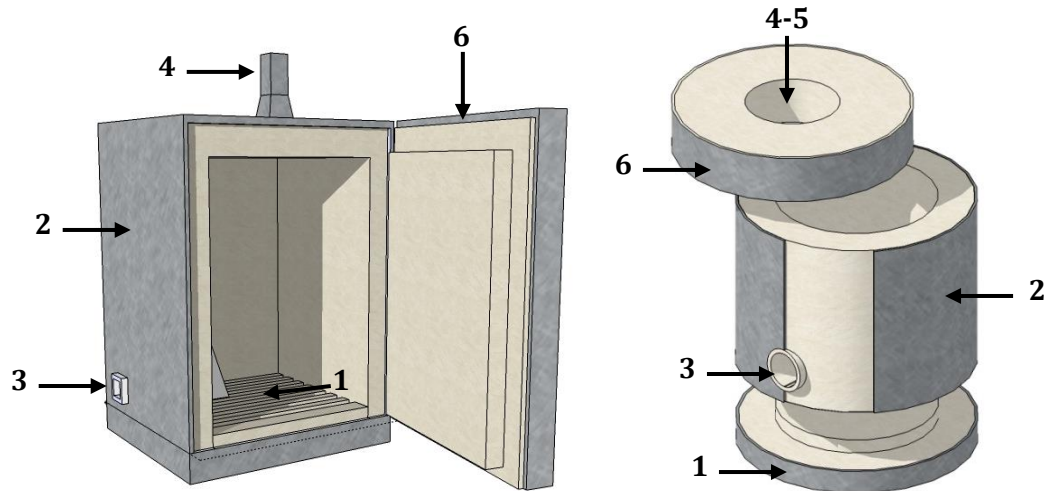
1. Suelo, Solera.

La base del horno puede ser una pieza independiente o exenta. Algunos equipos de cocción, por ejemplo, disponen incluso de una solera móvil que facilita la carga del horno y se maneja como una carretilla.

2. Cuerpo Principal.

Se trata de la parte más visible del horno. Generalmente consiste en un cuerpo compuesto por:

- 2.1. Estructura Externa: Lo que confiere la forma al horno. Se trata de su dermis. Puede ser de metal o bien de material aislante para evitar riesgos, pues es la parte expuesta al exterior. Durante su funcionamiento el horno puede calentar en exceso esta superficie del equipo, causando quemaduras o deteriorando el material.
- 2.2. Cámara interna: Es el hogar del horno, donde se alcanza la temperatura exigida para la fusión de los metales. Éstos pueden ser introducidos con crisol o directamente colocados en la cámara, como sucede en los hornos de solera. La cámara interna está fabricada enteramente de material refractario. Puede ser un revestimiento simple o doble, en definitiva disponer de las capas y el espesor necesario para lograr un buen aislamiento térmico, que es lo que caracteriza a esta sección parte del horno. Durante la combustión pueden castigarse ciertas áreas de la cámara, por ejemplo hay zonas donde la llama de un quemador de gas o gasoil incide de forma más directa y con violencia, lo que las deteriora con el tiempo. Se ha de contemplar el refuerzo ese tipo de zonas para conseguir prolongar la vida útil del horno. El aislamiento y el material refractario son puntos esenciales y de ellos depende el rendimiento de estos equipos.



27. 28. Esquema que muestra de un modo sintetizado las partes principales tanto de un Horno de Cocción o Mufla (izquierda), como de un Horno de Fusión (derecha).

3. Entrada de la fuente calorífica.

Si se observa el interior de los hornos de fusión, alimentados por gas, gasoil o gasolina, puede observarse un orificio en la cámara que es la entrada de combustible, donde se inicia la combustión. Más adelante, se analizan algunos quemadores. Algunos sitúan su foco de combustión en el interior de la cámara de cocción o fusión, mientras que en otros casos el foco se origina en el exterior y se direcciona al interior a través de estos orificios de entrada. Si la fuente de alimentación del horno es la energía eléctrica,

existirá una toma que conecta el cableado exterior del equipo con el circuito interno de resistencias o bobina de inducción del horno. En otros casos el combustible se introduce directamente en el hogar o en una cámara diseñada expresamente para tal fin, como en los hornos de reverbero.

4. Salida de humos/gases.

En ocasiones solo consiste una conexión simple con el exterior, como por ejemplo el conducto de una chimenea o un vano en la tapa del horno, en otros casos dispone de una extracción forzada que ayuda controladamente a la evacuación de gases y humos producidos en interior de la cámara.

5. Entrada de aire.

La aportación de aire es un recurso común para aumentar el poder calorífico de la combustión. Con el uso de algunos combustibles es casi imprescindible para fundir ciertos metales y con ello lograr una buena oxigenación en la combustión. Hay sistemas que mezclan aire y combustible en el propio quemador con muy buenos resultados y en otros el aire accede de manera natural al interior de la cámara de combustión por huecos y conductos planteados en el diseño del horno.

6. Tapa/Puerta.

Este elemento del horno que vincula el espacio interior del horno con el exterior de trabajo es tan obvio como relevante; Ha de permitir cargar y descargar la cámara con facilidad y preservar la temperatura del interior del horno una vez cerrado y en funcionamiento, de lo contrario nos encontraríamos con una pérdida de potencial térmico y un mayor gasto energético.

Préstese atención a su diseño, pues como bien apunta Terry Aspin⁷² el sistema de apertura de un horno es importante para evitar riesgos. Una apertura inadecuada puede exponer al escultor a golpes de radiación peligrosos.

5.1.2.1. Hornos de cocción y hornos de fusión.

En los hornos de cocción el objetivo es concreto y lo hemos mencionado en diversas ocasiones: alcanzar temperaturas de 600-900°C para cocer adecuadamente los moldes refractarios, mientras se elimina los modelos de su interior y, en su caso y si es posible recuperar el material utilizado en ellos –como por ejemplo la cera-. En cuanto a los hornos de fusión, han de ser lo suficientemente potentes para conseguir fundir el metal que el escultor necesita para su obra. En este sentido, es importante conocer el punto de fusión de

⁷² ASPIN B., Terry. *Principios de fundición*. 1995.

aquellas aleaciones o metales puros que se empleen en fundición, pues afecta directamente a las características físicas y técnicas del horno.

A continuación seguimos analizando sus características y vemos las posibilidades de adquirir este tipo de equipamiento por la vía comercial, obteniendo un producto nuevo o seminuevo en el mercado del sector, o bien auto-construirlos y así diseñarlos específicamente para cubrir nuestras necesidades o adaptarlo a una función o condiciones concretas.

5.1.2.2. *Adquisición de un horno homologado.*

El mercado proporciona una amplia gama de productos para la industria de la fundición – sea artística o no-. Se trata de hornos específicos para el descerado de moldes de fundición, equipos de alta gama y con todas las prestaciones que puede necesitar el sector profesional. Pero como es de esperar, sus precios pueden ser bastante elevados e inaccesibles en muchos casos para el escultor amateur. La compañía Nabertherm, por ejemplo, cuenta entre sus productos con los hornos de cámara N/100/WAX o N 2200/WAX con calentamiento eléctrico *especialmente idóneos para la fusión a la cera perdida y cocción contigua de la pieza cerámica moldeada, que cuentan con un tubo de salida calentado en la solera de la cámara del horno, ubicada en el centro en forma de embudo y rejillas de acero inoxidable, las cuales se pueden extraer para su limpieza. Y para evitar la inflamabilidad de la cera líquida, cuenta con un recipiente de acero inoxidable hermético debajo del horno, con cajón extraíble para recoger la cera*⁷³. También encontramos entre las ofertas de su catálogo los modelos NB 660/WAX y NB 1000/WAX de gas.



29.30. Hornos de la empresa Nabertherm GmbH. Izquierda: modelo NB 1000/WAX; Derecha: modelo TB 20/14.

⁷³ NABERTHERM GMBH. Hornos de fundición a la cera perdida calentamiento eléctrico (N../WAX) o por gas (NB../WAX). [En línea] [Consultado: 09/05/2017]. Disponible en web: http://www.nabertherm.es/produkte/details/es/giesserei_wachsausschmelzofen

Estos equipos están destinados al trabajo en fundición a la cera perdida, con todos los sistemas de control que la tecnología computacional puede poner a su servicio. Destacan los sistemas de control de temperatura, programados para impedir que en la primera fase de cocción la cera combustione y se recupere de ese modo un alto porcentaje de ésta a través de los cajones diseñados para su almacenamiento. Otros modelos, como los TB 10/14 a TB 40/14, *se usan predominantemente para fundir aleaciones de cobre en pequeñas fundiciones*⁷⁴.

Al adquirir de fábrica un horno de alta gama o profesional el escultor invierte en una infraestructura legalmente fabricada y con todos documentos en regla. Se dice que un producto está homologado cuando ha sido fabricado por empresas acreditadas y avaladas por el Ministerio de Industria u órgano acreditativo reglamentario en este campo, garantizándose el cumplimiento de las normativas y especificaciones técnicas necesarias para su comercialización. Contar con un equipo homologado es la mayor ventaja que presenta la adquisición de un horno a través de un comercial. Muchas personas se sienten más seguras adquiriendo su equipo directamente a un fabricante acreditado. Hay vecinos, por ejemplo, que se pondrían las manos en la cabeza si el escultor declarase haber construido el horno del garaje con sus propias manos, mientras que si ven que se trata de un producto fabricado por una empresa alemana se sienten algo más tranquilos de que maneje metal fundido.

El Dr. D. Joan Valle Martí profesor de la Facultad de Bellas Artes de Barcelona reconoce que para su centro llevar a cabo la homologación de los equipos experimentales de trabajo, fabricados por el personal del taller de fundición, resultaba complejo y costoso, resultando *más conveniente la adquisición de elementos garantizados por el fabricante e instalados por el personal autorizado*⁷⁵.

Buscar estos productos en el mercado de segunda mano puede reducir considerablemente los costes, y por tanto se convierte en una posibilidad aceptable para adquirir un equipo homologado. Hornos para la fusión de metales es más difícil encontrarlos entre las páginas online de segunda mano, siendo más habituales los anuncios para la compra-venta de hornos de ceramista. Por lo general, este tipo de artículos no suele ser muy maltratados por sus propietarios y llegan en un estado bastante aceptable al nuevo comprador.

⁷⁴ *Ibidem*.

⁷⁵ VALLE MARTÍ, Joan. Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del Taller de Fundición y en el proceso de la Cascarilla Cerámica. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia, España: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, p.114.

PRODUCTO	OBSERVACIONES DEL VENDEDOR	PRECIO	FECHA DE PUBLICACIÓN
	Horno de cerámica NABERTHERM B 130 Carga superior en perfecto estado. Es el modelo de hace unos 8-10 años. Temperatura máxima: 1300 Cº Volumen del cubículo de carga: 29x22 cm El actual de primera mano con el IVA cuesta unos 3000€.76	1200 €	12-03-2017 Almería
	Horno eléctrico Modelo MFE 210L Potencia 10kw Tensión 220v, Temperatura máxima 1300°C. Medidas interiores: 59ancho×81altura×64profundidad. Placas y soportes. Todo está prácticamente nuevo, ha sido de uso particular como hobby.	1800 €	30-04-2015 Valencia

Tabla 17.

Los hornos expuestos sobre estas líneas no son propiamente del campo de la fundición artística, pero pueden servir durante la cocción de moldes de *chamota* o cáscara en incluso para la fusión de metales no férricos. Algunos autores, como Pedro Sanz Labajos⁷⁷, consideran que en muchos casos es posible modificar alguna de sus partes y hacer el equipo más viable para el descerado, por ejemplo incorporándoles una parrilla en la solera. Su adaptación al taller puede presentar inconvenientes al tratarse de un equipo fabricado para responder a las necesidades generales de su sector y no a las necesidades concretas del escultor. Sin embargo, no dejan de ser inconvenientes menores y fáciles de tratar. Al final, es como adquirir un nuevo electrodoméstico o un mueble más. A este respecto, la compra de un equipo a estrenar nos permite un margen de elección mayor gracias a que la oferta también supera a la del mercado de segunda mano.

⁷⁶ MILANUNCIOS. *Horno de artesanía cerámica Nabertherm*. [En línea] [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web:
<http://www.milanuncios.com/otros-articulos-de-bricolaje/horno-de-artesania-ceramica-nabertherm-191710198.htm>

⁷⁷ SANZ LABAJOS, Pedro. *Manual de fundición a la cera perdida. Artes aplicadas de la escultura*, p. 76.

5.1.2.3. Hornos autoconstruidos o de fabricación propia.

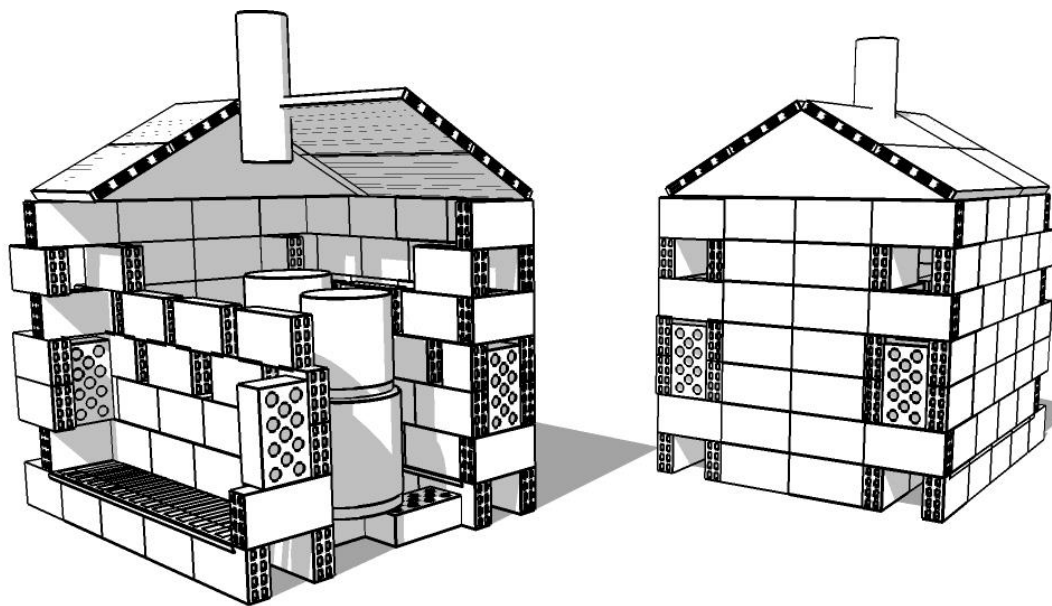
*Mi primer horno fueron unos cuantos ladrillos unidos con barro y un soplete de fontanero. Por supuesto el molde era pequeño de unos diez centímetros. Aun así, como primera experiencia resultó muy positiva.*⁷⁸

Es difícil adquirir un libro sobre fundición artística y que el autor no incluya entre sus páginas instrucciones -con bocetos e imágenes ilustrando las explicaciones- para ayudar al lector y que pueda fabricar sus propios equipos de trabajo. La filosofía del *hazlo tú mismo* (ing. *Do It Yourself*) es prácticamente inherente al espíritu de estos monográficos, y en cierta forma al perfil de los escultores que se acercan a estos manuales con intención de sacarles partido. Por citar algunos ejemplos; entre los autores españoles tenemos que:

- El Dr. D. Juan Antonio Corredor Martínez en “Técnicas de Fundición Artística” en su pág. 251 nos facilita las medidas y materiales necesarios para construirnos un horno de gasóleo cilíndrico de 67cm de altura y 76cm de diámetro y con un *quemador de los usados para la calefacción*;
- La Prof^a. Dra. D^a Carmen Marcos en “Técnica de la Cáscara Cerámica” (pp. 382-384) nos facilita una descripción, con todo detalle, de cómo ha de ser preparado un horno o *Campana* de fibra para el descerado y sinterizado por *choque térmico* de los moldes de cáscara. Avanzando, entre las páginas 401 y 404, trata diferentes formas de diseñar un lecho de cholada -que no dejan de ser hornos en los que mantener calientes las matrices antes de recibir el caldo-. Entonces hila convenientemente esa explicación con la fabricación de hornos de manta o ladrillo para la fusión del metal, cuyos principios básicos de fabricación no distan mucho de los de un lecho de colada o una campana de descere;
- “Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible” del Pro. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo es en sí un monográfico en el que se describen sólo equipos de fabricación propia como respuesta técnica necesaria para poner en marcha una técnica de invención propia. Entre sus páginas se describe como fue el diseño y fabricación del Quemador Turbo Asistido (QTA) y las modificaciones que ha de ejercerse al horno de fibra cerámica y chapa para su correcta adaptación a las exigencias de este equipo y a las de la propia *técnica de Crisol Fusible*;

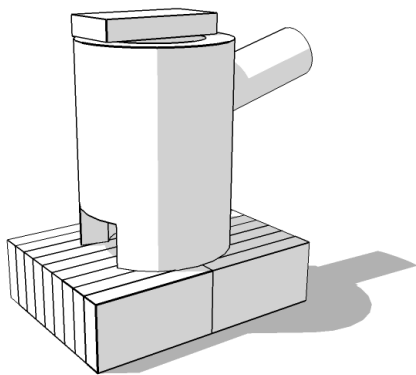
⁷⁸ Ibídem, p. 78.

- D. Pedro Sanz Labajos, de quien ya hemos citado algo al respecto, en las págs. 79-80 de su “Manual de Fundición a la Cera Perdida” incluye el croquis e instrucciones para fabricar una *mufla artesanal para quemado de ceras para leña o carbón*;



31. Interpretación digital del croquis publicado por D. Pedro Sanz Labajos en su libro “Manual de Fundición a la Cera Perdida”.

- La tesis doctoral de la Prof^a. Dra. D^a. Soledad del Pino, “Tecnologías primitivas de fundición”, es un estudio exhaustivo del *savoir faire* de los fundidores iberos de nuestra prehistoria. Éstos ejercieron su oficio cuando la responsabilidad de fabricar todo el equipo de trabajo recaía exclusivamente en el artesano, no existiendo otra forma de llevar a cabo una actividad de estas características. En ese sentido constituye una valiosa fuente para la construcción de hornos de cocción y fusión primitivos, además de varios tipos.



32. Recreación digital del horno fabricado con una caldera de B. Terry Aspin.

De autores foráneos destacamos:

- Terry Aspin, en sus “Principios de Fundición” explica cómo puede el interesado fabricártelo prácticamente todo, comenzando por transformar una caldera en un horno de crisol a carbón y describiendo el proceso con todo detalle. Facilita el croquis de un horno de ladrillos refractario para quien prefiera construirlo de cero. Ofrece varias opciones domésticas para solucionar la necesidad de un tiro forzado de aire. Cómo preparar la arena de moldeo y por supuesto el montaje de las cajas de fundición.

- Daniel Lambert en su obra “Moulage et Fonderie D’Art” dedica todo un capítulo a la construcción de una mufla para la cocción de moldes refractarios y de un horno de fundición. Concretamente en el capítulo 4 (pp.37-47) en el cual también se incluyen varios diseños para la fabricación de herramientas, como las pinzas de crisol, el maneral, lingoteras,... Pero no es la única aportación del autor, en un capítulo sobre el proceso *ancestral* de fundición (fr. *La Fonte Ancestrale*) también se plantea un proceso de descerado y cocción de moldes cerámicos en diferentes hogueras y dos formas de construir un horno de carbón: enterrado o sobre el terreno.
- Augusto Giuffredi, en “Formatura e Fonderia. Guida ai processi di lavorazione”, expone una forma de enfocar la fabricación de un *horno reversible* para la cocción de moldes. Es en la página 118, con una redacción muy concisa pero acompañada de seis imágenes del proceso de fabricación bastante didácticas y esclarecedoras. En otro apartado, se desarrolla el proceso de trabajo de una fundición artística de Sakay (Japón) y vemos - foto a foto- como se adapta el horno entorno al molde refractario de una pieza de gran formato. Por último, al final del libro, hay un espacio titulado “Esecuzione di una fusione nel giardino di casa” donde el profesor de la Academia de Bella Artes de Carrara, D. Barsi Andrea, prepara un horno de cocción en su propio jardín y funde, con un equipo claramente doméstico, una escultura de Fabio Romiti.
- “Le Bronze D’Art et ses techniques” de Jean Pierre Rama y la participación de Jacques Berthelot, es el manual de fundición artística por excelencia en Francia -y nos atreveríamos a decir que uno de los más completos del mundo dedicados a esta técnica-. Sumergirse en sus páginas es perderse, literalmente entre tanta información. Pero por poner un pequeño ejemplo de lo que venimos comentando:

En la página 263 se facilita un croquis de un horno para el descere y cocción de moldes. Recomiendan construir una solera refractaria fija y permanente, con los depósitos de combustible sólido a nivel del suelo y que permitan el paso del calor al hogar de la solera donde se ubican los moldes. Tras colocar éstos en su sitio solo ha de cerrarse la mufla sobre ellos con ladrillo y argamasa. Una estructura de horno con elementos fijos y otros adaptados a la carga.

Estos ejemplos son tan solo una pequeña parte de las publicaciones sobre fundición artística que han de sumarse las cuales han de sumarse al vademécum en otros campos afines al nuestro, como los manuales de cerámica y forja. Pero queda bastante claro el espíritu *Do It Yourself* inherente en todas estas obras. Igualmente quisiéramos destacar el valor de los ejemplos y consejos que desde los foros de internet se ofrecen a cuantos se inician en el mundo de la fundición. Los foreros prestan un gran servicio al conocimiento con cada experiencia personal transmitida en sus *posts*.

El profesor Dr. D. Joan Valle nos comentaba lo siguiente sobre la construcción de estos equipos de *autofabricación* o experimentales:

Andrés J. Naranjo: Ese tipo de estructuras, de experiencias, ¿cree que en el taller de fundición sí podemos manejarlas?

Joan Valle: Yo creo que es necesario, es necesario incluso para los alumnos, que lo vean o lo experimenten, no obligar a todos a utilizarlos, es conveniente que los alumnos los vean funcionar..., como hacemos aquí, el horno experimental de descerado por impacto térmico, es un horno experimental que no está homologado, pero es bueno que lo vean, porque implica que luego ellos pueden solucionar el problema con recursos precarios, entonces es bueno que sepan eso, pero siempre teniendo claro con sentido común que tú cumples con todas las normativas y no pones en riesgo a nadie. Es fundamental eso, que tú no pones en riesgo ni tu vida ni la de nadie.

A. J. N.: La cuestión es ésa, que en un centro tienes que atenerte a esas reglas, los pequeños talleres, un taller amateur, es razonable que empiecen con este tipo de maquinaria, nosotros por ejemplo estamos con ese tipo...

J. V.: De hecho sabemos que no se han producido accidentes graves. Vamos, yo no tengo constancia..., hemos hablado de algún incidente, pero accidentes graves no. Claro, si tú actúas con sentido común, con precaución, no se producen accidentes. Son hornos experimentales, pero no quiere decir que eso lo hagan hornos inseguros. Son hornos que no cumplen los requisitos de la industria, pero eso no quiere decir que sean una bomba, no lo son. Depende también de la mano que lo utilice pero no lo son, no lo son.

A. J. N.: Podemos partir también de eso, de la buena formación.

J. V.: Tiene que ser una persona formada, experimentada, y tiene que tener la formación y el sentido común, las dos cosas.⁷⁹

Dicho lo cual, que el escultor tenga la posibilidad de fabricar personalmente sus equipos de trabajo le permite adaptar mejor estos recursos a su producción escultórica, y lo que es más importante a las particularidades de su taller. Se renuncia a la sofisticación tecnológica de los hornos de alta gama, pero recordemos que la ausencia de sistemas electrónicos de control -pirómetros, termostatos, reguladores y demás complementos- no detuvo a ceramistas, herreros o fundidores primitivos para ejercer su actividad. Tampoco tiene por qué obstaculizar los objetivos artísticos de un escultor hoy día, además que pueden adquirirse este tipo de recursos en un momento dado por piezas e ir sofisticando el equipo a media que la economía nos lo permita.

⁷⁹ Entrevista al profesor Dr. D. Joan Valle. Barcelona 2014.

5.1.2.3.1. *Fabricación propia de un horno de cocción*

Ian Gregory expone en su libro⁸⁰ una serie de puntos a tener en cuenta que consideramos muy oportunos. Va dirigido a ceramistas amateur pero perfectamente se puede asociar las necesidades de éstos con las del escultor nobel que se inicia en fundición artística:

- a. Exigencias de tamaño y forma
- b. Temperaturas requeridas
- c. Espacio en el taller y previsión de la chimenea
- d. Tipo de combustible
- e. Posibles riesgos de fuego
- f. Coste de materiales
- g. Tamaño y tipo de piezas que se cocerán
- h. Frecuencia de cocción, atmósfera, etc.

Los puntos (a) y (g) se encuentran estrechamente relacionados, pues los moldes cilíndricos de *chamota* condicionarán visiblemente el tamaño y la forma del horno que fabriquemos. Especial interés suscita el punto (c) que vincula directamente las características del taller con el equipo y el sistema para eliminar las emisiones de humo originadas en el descere y deshidratación de los moldes. El estudio de un circuito adecuado de ventilación y extracción de gases es muy necesario, tanto para llevar a buen término el proceso como por motivos de salud y prevención de riesgos.

Lo usual es contar con una parcela, o un patio exterior, en vivienda aislada donde construir un horno de estas características, donde se pueda trabajar cómodamente. En un gran número de talleres, situados en los bajos de un edificio o localizados en el centro de la ciudad, puede ser difícil integrar este tipo de equipos. No hay que olvidar que una actividad como la fundición artística puede resultar molesta a los vecinos si no se acondicionan bien. Este problema lo podemos encontrar tanto si optásemos por la compra de una mufla homologada o por su fabricación artesanal.

La Prof^a. Dra. D^a. Soledad del Pino, en su proyecto de tesis doctoral hubo de enfrentarse a objetivos concretos y complejos, como el de construir un horno con el que secar y cocer adecuadamente el molde de una espada Tipo *Huelva* de la Edad del Bronce Final. *En las primeras cinco pruebas los moldes eran cocidos encima de unas brasas, una simple hoguera. Más tarde construimos nuestros primeros hornos, el más sencillo de todos, un hoyo en la tierra, no muy profundo y con capacidad para dos moldes*⁸¹. El horno de hoyo, digamos que

⁸⁰ GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*, p. 28.

⁸¹ DEL PINO, Soledad. Tecnologías primitivas de fundición. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La*

representa la estructura tecnológica mínima en éste tipo de equipos. Se realiza un agujero en el suelo, de dimensiones apropiadas para contener los moldes de fundición que se desean cocer y a su vez el combustible necesario para el proceso; Solo dispone de una cámara –el hoyo- por lo que la carga comparte espacio con el combustible; Se aísla adecuadamente el interior del exterior, que es la gran masa de tierra que lo envuelve. Con ello se logra una buena contención térmica en el agujero y mayor eficiencia energética; Se suele aplicar un generoso enfoscado de arcilla o bien forrar todo el interior con ladrillos refractarios. En cierta forma, ni siquiera es necesario realizar este aislamiento para esta fase de la fundición, pero se trata de mejorar el rendimiento calorífico -con todo lo que eso conlleva- por lo tanto, es aconsejable. Este tipo de horno de cocción es apropiado para el trabajo con moldes cerámicos propios de las técnicas de *fundición artística primitiva*, aunque también pueden ser útiles para tratar otro tipo de moldes, como por ejemplo cilindros de *picadizo* de pequeño formato.



33. 34. Moldes cerámicos descargados y cocidos en un horno de hoyo durante las prácticas en técnicas primitivas de fundición de la Facultad de Bellas Artes de La Laguna.

El horno de hoyo no dispone propiamente de tapa, y la evacuación de gases y humos generados por la combustión se produce directamente a la atmósfera por la parte superior. Puede incluirse un conducto lateral, dirigido desde el pavimento hasta la zona inferior media de la cámara de cocción, e incluir una ventilación forzada con el fin de conseguir un mayor potencial térmico. El conducto debe soportar la temperatura pues uno de sus extremos se encontrará muy cerca, casi en contacto directo, con el foco de calor. Para esta función suelen emplearse piezas cerámicas, o de acero, cemento refractario, etc... Finalmente, una vez finalizado el proceso de cocción puede cubrirse con tierra y dejar que los moldes se enfríen lentamente con el horno sellado. Para realizar este tipo de construcciones el escultor ha de contar con un lugar apropiado. Es lógico pensar que se trata de un horno cuya fabricación requiere de terreno apropiado y espacios abiertos.

Podría decirse que es más factible su planteamiento en parcelas o edificación aislada que en una vivienda en pleno casco urbano.

Por desgracia los resultados de la Dra. D^a Soledad del Pino con este primer horno primitivo para cocer los moldes de espadas no fueron muy buenos e hizo falta abordar el problema trabajando con otra clase de equipo⁸². Entonces se optó por *el horno de reverbero. Este horno quema el combustible en uno de los extremos de la cámara; la llama y los otros productos de la combustión son dirigidos por la forma de bóveda hacia la carga existente en la solera, que se encuentra en el trayecto de los gases hacia la salida de humos y la chimenea*⁸³.

Las variantes constructivas en la fabricación de un horno de cocción –o de fusión– se multiplican al contar con ladrillos, cemento, manta cerámica... y otros componentes refractarios ya conformados. En el mercado existe una amplia oferta de productos adecuados para soportar sin problemas las temperaturas requeridas en el descere, sinterizado, deshidratado o cocción de un molde de fundición. Los ladrillos de naturaleza refractaria, por ejemplo, pueden conseguirse incluso en centros comerciales especializados en hogar, bricolaje y construcción. No son económicos pero su precio, si se considera el uso que se hace de ellos en varias etapas del trabajo en fundición, está más que rentabilizado. Podría utilizarse incluso ladrillo común si se trata de un horno de cocción, aunque su vida útil se vería reducida a dos o tres cocciones debido a que se deterioran con facilidad.

Al emplear este tipo de material de construcción, podría decirse que nos elevamos del pavimento. Mientras la estructura principal del horno de hoyo se encontraba bajo el nivel del suelo y todo ocurría bajo las entrañas de la tierra, el escultor con éstos materiales puede elevar la cámara de cocción y situar el horno a la medida del hombre. Se pueden encontrar diseños muy interesantes y en los que podría contemplarse la ascensión del horno a la superficie. Ian Gregory nos documenta sobre los hornos de tiro ascendente.

*El fuego se enciende en el fondo de la cámara y el calor y las llamas ascienden a través de un suelo cuadrículado y después a través de las piezas colocadas encima. Esta idea debe haber sido desarrollada a partir del horno de hoyo, al que más adelante se cubrió con fragmentos de cerámica rota para mantener el calor alrededor de las piezas.*⁸⁴

El combustible, ahora el único ocupante del hoyo, se separa de las piezas que se calientan en la parte superior e indirectamente por la flama que busca salida por la parte superior. Con los ladrillos se hace la división entre ambas zonas y se construye la cámara principal. Después se recubren de barro para sellar las juntas, consiguiendo un mejor aislamiento térmico e impidiendo que el gas y los humos salgan de un modo incontrolado. La parrilla sobre la que se han de apoyar los moldes-puede ser de cerámica prefabricada a modo de losas perforadas o de hierro.

⁸² Ibídem, p. 77.

⁸³ Ibídem, pp. 77-78.

⁸⁴ GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*, pp. 28-29.

Poco hay que variar el diseño del horno, si solo pretendemos tener ambas cámaras –la de combustión y donde colocamos las piezas- sobre el pavimento y no precisar de estructuras en subsuelo. Pero lo cierto es que podríamos añadir un elemento más donde antes estaba el combustible: los ceniceros. El resultado sería un horno de tres pisos: Bajo el nivel del suelo un espacio para recoger las cenizas; a nivel del suelo un espacio para el combustible; y otro nivel más para albergar la estancia donde alojaremos los moldes refractarios.



35. 36. 37. Izquierda: Juan Carlos Albaladejo construyendo una mufla de descere. Centro y derecha: dos fases del mismo proceso. Facultad de BB. AA. La Laguna. Fotografía cedida por Carmen Teresa Pacheco González.

Tras colocar adecuadamente los cilindros, plantea la cámara principal de la mufla rodeando a éstos con los ladrillos refractarios. El muro de ladrillo ha de superar en altura a los cilindros, pero sin excederse, solo para dejar un margen adecuado para cierre del horno. Con ello se consigue también que el calor envuelva convenientemente a cada pieza. La colocación de los ladrillos es determinante para calentar bien la cámara. La pared que conecta la zona de combustión con la zona de moldes cuenta con una serie de huecos deliberadamente planteados entre ladrillo y ladrillo para conseguir un calentamiento indirecto de la cámara principal. Es decir se trata de un horno de dos cámaras, semejante a los antiguos hornos de calentamiento o tiro horizontal, esto es compuesto de una cama donde tiene lugar la combustión y la cámara principal donde se sitúan las piezas que han de cocerse. Una pared sirve de apoyo para construir el horno, podría plantearse el horno exento pero dispuesto de esta manera se facilita su levantamiento y a su vez abarata los costes pues se necesita menos materiales. Un tubo de metal hace la función de chimenea para la evacuación de gases, fijándose en el extremo de la cámara principal, pensando en el final del recorrido del flujo calorífico.



38. En esta base para un horno cerámico, fundamentado en los diseños de Joe Finch, puede apreciarse; un estrato de bloques de cemento, manta cerámica y uno de ladrillos refractarios. Tres estratos que componen el aislamiento térmico entre el pavimento y la cámara del horno.

El tipo de asiento en estos casos es relevante ya que se expone a las altas temperaturas generadas en el interior del horno. Hay pavimentos que no pueden soportarlo, como por ejemplo los suelos de mármol o granito, y han de aislarse bien térmicamente. Puede plantearse una solera adicional de ladrillo refractario, elevar el horno del suelo mediante una estructura metálica o revestirse de la suficiente fibra cerámica para evitar que se transmita el calor al pavimento. Joe Finch hace uso de los bloques de hormigón para plantear un pavimento que resalte la estructura del horno y a su vez disminuya el impacto térmico sobre el suelo del taller⁸⁵.

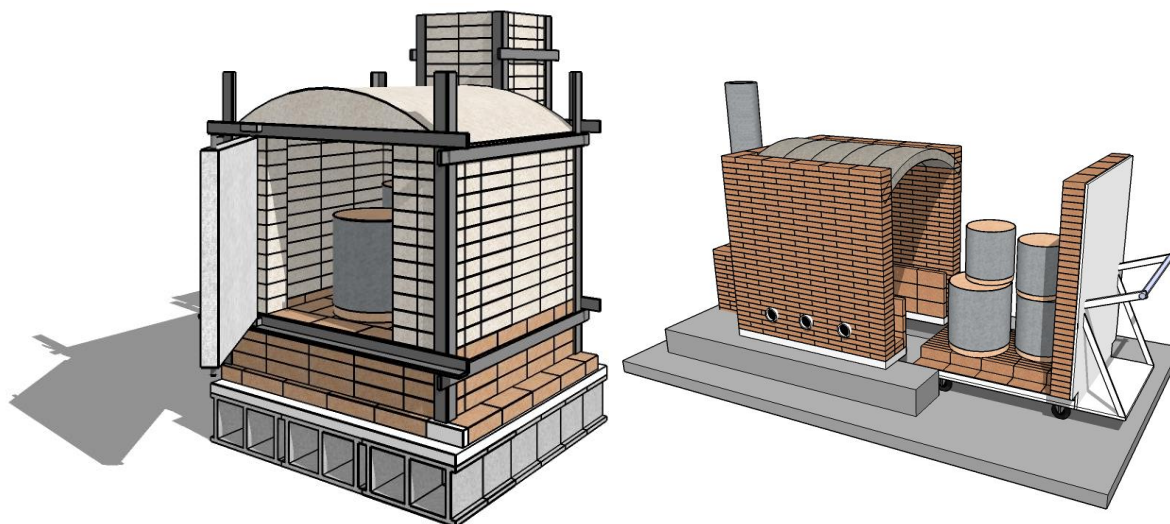
Finalmente se cubre toda la estructura de ladrillo con barro o arcilla. Es bueno que se añada estopa u otro tipo de fibras ya que durante el secado, y sobre todo durante el proceso de horneado, esta dermis se agrieta y puede llegar a desprenderse en algunas zonas. El añadido de fibras puede evitar este tipo de daños.

Se trata de una mufla de cocción de carácter temporal, pues una vez finalizada su labor, este horno casero es desmontado por completo y en el siguiente descere responderá a las exigencias de un nuevo grupo de moldes. El Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo destacaba el potencial didáctico de la construcción y deconstrucción de estos equipos para los alumnos matriculados en fundición. Una actividad con la que *disfrutaban y de la que aprendían muchísimo*. Esta metodología también es aplicable al taller del artista en el que el espacio no suele sobrar y para el que una infraestructura como ésta, que se construye y desmonta una vez ha sido útil, nos permite adaptar las zonas de trabajo a las actividades que se aborden sin contribuir a la saturación del taller.

Podrían plantearse diseños similares al horno de cocción cerámica comercial con la cámara principal cuadrangular y de naturaleza algo más permanente. Puede construirse sin problemas con ladrillo, estructura metálica y cemento refractario. En un horno que calienta las piezas indirectamente -como el descrito anteriormente y como suelen ser los de

⁸⁵ FINCH, Joe. *Kiln construction. A brick by brick approach*, p. 29.

combustible sólido- la fuente de calor se sitúa en una cámara contigua al espacio reservado a los moldes. Bien en un lateral, bien en la zona inferior. Utilizando quemadores de gas o gasoil adecuadamente posicionados para que el calor se reparta por todo el hogar, solo se requeriría una única cámara y se trataría de un calentamiento directo.



39. 40. Izquierda: Reconstrucción horno para cocción a gas o gasoil basado en los diseños de Joe Finch; Derecha: Reconstrucción horno de gas con vagoneta según uno de los diseños de Ian Gregory.

La manta de fibras cerámicas es una gran aportación desde la industria al campo de la fabricación artesanal. Su precio aún es elevado aunque no es prohibitivo si tenemos en cuenta que con seis metros cuadrados de manta refractaria podríamos tener resuelto el problema del horno. Se comercializa de múltiples formas: papel, mantas, bloques, prefabricados en varias formas, etc. Su capacidad para conservar el calor y su alta refractaridad (hay que tener en cuenta que su punto de fusión se sitúa a partir de los 1700 °C, siendo un material idóneo para trabajar a temperaturas que oscilen entre 1200 °C a 1400°C) hacen que sea muy útil junto a los ladrillos refractarios para el revestimiento interno de un horno.

Podemos trabajar la manta cerámica con nuestras manos –bien protegidos por supuesto con mascarilla y guantes-, un cúter, cuchillo, tijeras, y poco más. Con la ayuda de una estructura metálica puede generarse la forma del horno que se desee y posteriormente revestir su interior con el material refractario.

Ian Gregory ha elaborado muchos hornos a lo largo de los años y su horno Flat-Pack es sin duda su diseño más versátil y simple. Este horno fue diseñado ante todo para su portabilidad, para usarlo en demostraciones. Es asombrosamente simple de montar y desmantelar y puede ser almacenado en un espacio limitado. Es también muy duradero, pues su diseño te permite ensamblar el horno en torno a una pieza de trabajo y quemarla in situ. La ventaja de sus paneles es que variando su tamaño se pueden unir para crear cualquier forma en torno al trabajo a quemar.

Se compone de paneles hechos de manta cerámica que están unidos a una malla de alambre usando botones de cerámica (como botones de camisa sobredimensionados) y alambre de nichrome. Estos paneles se unen después entre sí usando grandes clips, parecidos a los usados en las pinzas de las baterías de coche. La manta cerámica unida a la malla de alambre debería estar sobredimensionada, para que sea presionada junto con los otros paneles cuando se unan entre sí, garantizando un cierre hermético. Se recorta luego un agujero en la esquina inferior de un panel para permitir el acceso del quemador. Debería haber una repisa colocada en el interior del horno, normalmente apoyada sobre tubos de cerámica que mantienen la balda ligeramente sobre el quemador, y con un espacio de 1.5" alrededor de él, permitiendo a la llama pasar a través de la cámara. Una vez que se erige el horno principal se coloca un panel en la parte superior para formar una tapadera para el horno, ésta está inclinada para dejar un pequeño espacio de una pulgada aproximadamente en el lado opuesto al quemador para crear un tiro, que aliente a las llamas a pasear por el horno.⁸⁶



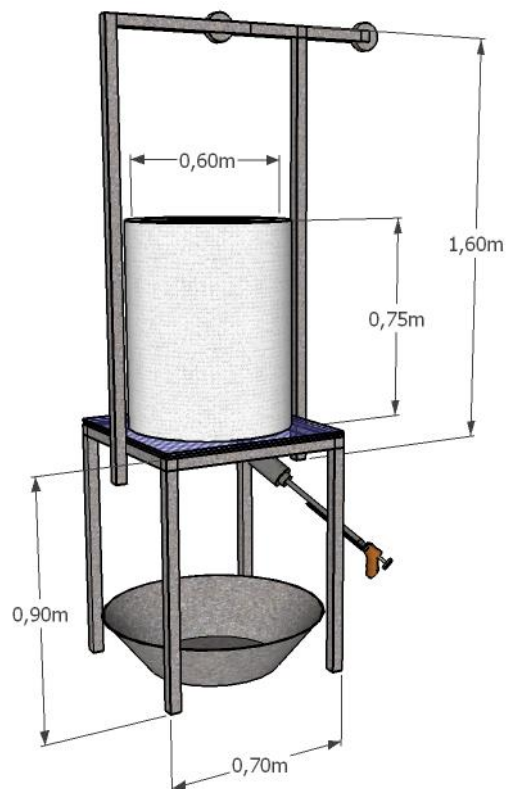
41. 42. 43. 44. 45. En estas imágenes podemos ver dos hornos experimentales de manta cerámica fabricados por Ian Gregory. Arriba: Horno fabricado partiendo de un carro de supermercado. Abajo: su Flat-Pack kiln, tres vistas del horno desmontable compuesto por seis paneles de manta.

⁸⁶ GREGORY, Ian. *Flat-Pack Ceramic Fiber Kiln*. 2012. [En línea] [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web: <http://www.ian-gregory.co.uk/kilns.html> Traducido por D^a M^a Dolores Paz Arribas.

En los hornos mencionados hasta el momento el calentamiento es gradual, adecuado para moldes de arcilla o *de olla* por ejemplo, aunque en los últimos años la cáscara cerámica con refuerzo de fibra de vidrio ha también ha contribuido a estas metodologías de cocción con buenos resultados. Pero el procedimiento para descerar y sinterizar moldes de cáscara cerámica ha estado -y está- muy vinculado al concepto de *choque térmico*. Uno de los equipos que ha jugado un papel protagonista para conseguir descerar mediante este impacto violento de calor, es la campana de descere.

En fundición artística suele denominarse *Campana de Descere* a un horno de cocción, sencillo y de fácil fabricación. Se trata de una estructura cilíndrica de metal, con el interior cubierto generalmente con manta cerámica. Un sistema bastante conocido por los ceramistas aficionados al *Raku* por ser muy similar a como se fabrican algunos hornos empleados para esa técnica. Los bordes pueden reforzarse con fibra de vidrio y *barbotina cerámica*. Como estructura cilíndrica puede emplearse un bidón de chapa o fabricarse mediante malla metálica reforzada con pletina y varillas de hierro.

Su función no es otra que la de generar una bolsa de calor muy intensa -entre 600-850°C- de tal modo que al introducir la pieza consigamos licuar de forma instantánea parte de la cera del modelo. Concretamente, se trata de la eliminación casi inmediata de una película de cera próxima a las paredes del molde, permitiendo de este modo que el resto de cera disponga de un cierto margen de expansión, reduciéndose así la presión sobre las finas paredes del molde fabricado en cáscara cerámica y evitando que éste se fracture. El choque térmico tiene lugar en el interior del hogar cilíndrico de manta cerámica, que está suspendido y sujeto a una estructura de metal de cuatro piezas fundamentalmente; una mesa de hierro o acero con parrilla en la parte superior para colocar las piezas a descerar; un recipiente en la parte inferior que permite la recogida de ceras; el cuerpo principal del horno; y una estructura-puente equipada con sistema de poleas cuya función es elevar y descender ese cuerpo principal y así poder introducir y sustraer los moldes. La fuente de calor proviene



46. Recreación digital de una de las posibles maneras de plantear un horno-campana elevable para el descerado por choque térmico de moldes de cáscara cerámica.

de dos sopletes de *bocacha* grande conectados a dos bombonas de gas propano o butano. Éstos adosados a las patas de la mesa de descere, son direccionados al interior de la cámara cilíndrica. Los sopletes también podrían ser alimentados por gas natural, si el taller dispone de la instalación necesaria.

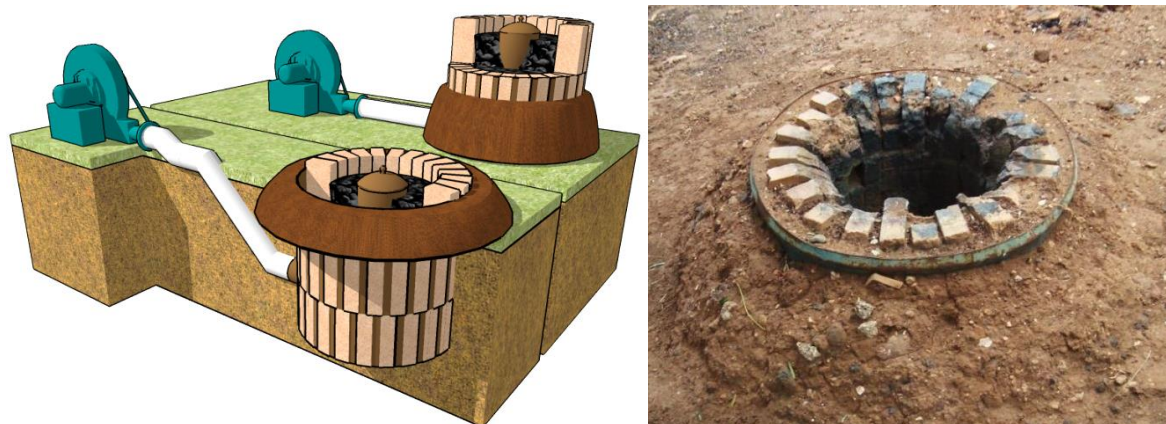
Durante el proceso de descerado y sinterizado de moldes cerámicos, la evacuación de gases y humos producidos por la combustión es bastante incontrolada. La mayor parte de estas emisiones se producen por la parte superior de la campana o por su parte inferior, sin que exista en su diseño un conducto específico para direccionarlas al exterior del taller. Esto hace que este equipo requiera espacios bien ventilados y en un principio sea bastante inapropiado para locales cerrados, para lo cual demanda medidas específicas de cara a la extracción de humos, su tratamiento y la ventilación de lugar de trabajo.

Este equipo de descerado puede plantearse como un elemento permanente y situarse en un espacio concreto de nuestro taller, o por el contrario como una estructura descompuesta en diferentes partes que permita su instalación y desinstalación con cierta facilidad, sin que llegue a ocupar un espacio concreto en el taller.

5.1.2.3.2. Fabricación propia de un horno para la fusión de metales y sus aleaciones.

Se ha comprobado que la construcción de un horno para descerar, cocer o sinterizar los moldes refractarios para fundición puede abordarse desde multitud de formas y presupuestos, atendiendo a las cualidades del espacio de trabajo, al combustible, al sistema de trabajo, etc... Y los materiales preformados y demás productos refractarios facilitan bastante la labor. Ante la construcción de un horno para fundir el metal encontramos prácticamente el mismo panorama. Si bien, se han de extremar las precauciones y el cuidado al afrontar un proyecto de esta envergadura, pues se trata de trabajar con temperaturas muy altas y el uso inadecuado o el mal funcionamiento de alguno de los componentes del equipo puede originar graves consecuencias. Los hornos de fusión tienen por lo general un carácter permanente. No quiere decir que no se apueste por la versatilidad y se diseñe un equipo con sistema de montaje y desmontaje o, al menos, equiparlo con un juego de ruedas para desplazarlo por el taller sin que el escultor vea comprometida su espalda en el camino. De cualquier modo, su eficacia depende del nivel de aislamiento térmico de la cámara, lo cual significa una buena combinación de: Materiales y Diseño.

El tipo de técnica que el escultor tenga pensado llevar a cabo en su taller, es uno de los condicionantes más claros ante la fabricación de un horno de fusión. Al margen de este factor, analizamos algunos hornos.



47. 48. Izquierda: Recreación digital de dos hornos de carbón, uno bajo el nivel del suelo y otro sobre este; Derecha: Horno de hoyo fabricado en la Facultad de BB. AA de La Laguna para llevar a cabo las pruebas experimentales requeridas en el proyecto de tesis *Procesos Metalúrgicos en la Edad del Bronce: La Espada de Peña Negra*.

Nuevamente un hoyo en el suelo bien adaptado a las necesidades puede resolver nuestro objetivo. Recordemos el texto de Rovira con el que comenzamos este apartado, o las experimentaciones de Soledad del Pino⁸⁷. Se precisa de un hoyo lo suficientemente amplio y profundo como para albergar un crisol y el combustible -si se trata de carbón vegetal o mineral-; *arcilla chamotada* para las paredes interior del horno -o ladrillos refractarios y arcilla-; y un sistema de ventilación mediante un soplador eléctrico, para conseguir el mayor poder calorífico que podamos. No está de más una tapa cerámica para el crisol que protege al metal de su interior de materiales indeseados. Fundir es un proceso de trabajo largo y si se usa carbón, en vez de propano o gasoil, se ha de abastecer el horno continuamente de combustible y cubrir bien el crisol, lo que puede contaminar su contenido.

Si no podemos realizar agujeros en el pavimento de nuestro taller, ha de recurrirse a un diseño diferente. Como en el caso de los equipos de cocción y descere, los productos refractarios comercializados serán de gran ayuda en la construcción de un horno de fusión. Si el escultor trabaja con crisol, lo apropiado sería plantear un cuerpo principal cilíndrico, con cubierta. Si se dispone de un armazón metálico, quizás los restos de un bidón de gasolina en desuso, puede servir de encofrado con el que construir el horno. Se ven ideas bastante originales al respecto entre los compañeros y la red; bombonas de butano, barriles de cerveza, el tambor de una lavadora...

⁸⁷ DEL PINO, Soledad. Tecnologías primitivas de fundición. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación*, año 2006. Valencia, 2007, p. 79.



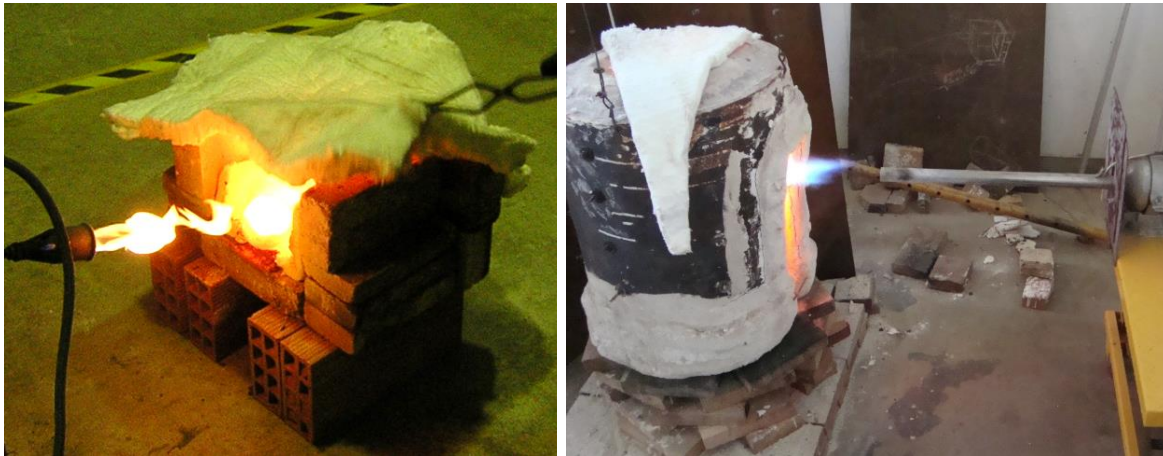
49. 50. 51. Tres hornos experimentales. Izquierda: Horno de ladrillo y mortero refractarios utilizando un barril de cerveza; Centro: horno de manta reciclando el tambor de una lavadora; Derecha: horno de mortero refractario a partir de una bombona de butano.

El interior se reviste con ladrillo, manta cerámica, cemento... o cualquier material que soporte las altas temperaturas implicadas. Se trata de la sección aislante y la responsable del rendimiento calorífico del horno.

El orificio del quemador ha de mantener siempre cierta oblicuidad con respecto al crisol, evitando que la llama le impacte perpendicularmente y favoreciendo un flujo circular a su alrededor.

Los hornos de fibra, experimentales, pusieron de manifiesto su versatilidad en el uso de combustibles, su flexibilidad, su ligereza, su bajo consumo y múltiples ventajas más, (...) ⁸⁸, aspectos a tener muy en cuenta si lo que se pretende es contar con un equipo de trabajo versátil, que se verá envuelto en múltiples transportes. Por ejemplo, en el caso de que el escultor cuente por periodos determinados de tiempo con un espacio, diferente al taller habitual, adecuado a las actividades con fuego, lo que le obligaría a desplazarse periódicamente con todo el equipo. Como ya se ha comentado, también el tipo de técnica con la que se trabaja determina el uso de uno u otro diseño de horno. En algunos casos, trabajando con moldes de *microfusión con crisol incorporado*, con unos ladrillos refractarios y un poco de manta cerámica, puede resolverse un horno de fusión temporal.

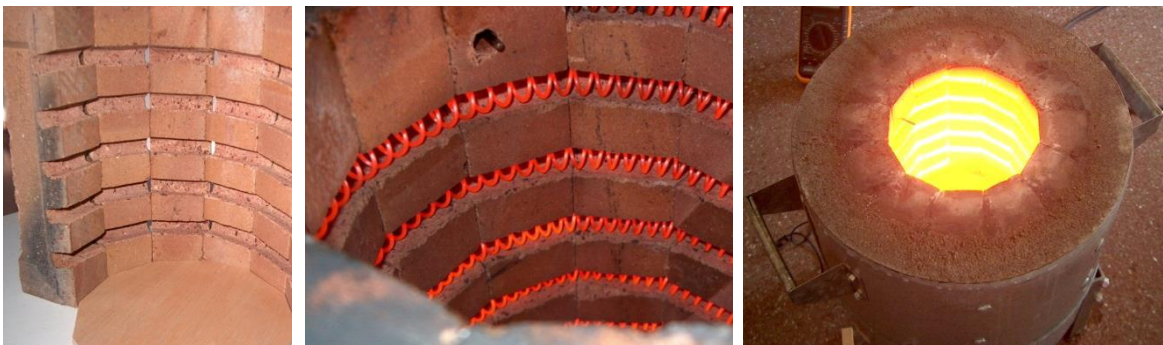
⁸⁸ VALLE MARTÍ, Joan. Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del Taller de Fundición y en el proceso de la Cascarilla Cerámica. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación*, año 2006, p. 112.



52. 53. Izquierda: Horno construido con carácter eventual. *Microfusión con Crisol Incorporado*. Valencia, 2004-05; Derecha: Horno para *Crisol Fusible* y quemador QTA, en funcionamiento. Tenerife 2013.

Para la fundición artística con *Crisol Fusible*, se establece como apropiado un horno de cuerpo principal elevable. Con respecto al diseño, destacar la necesidad de un orificio para el quemador mayor a lo acostumbrado en hornos de fusión con crisol exento. Esto se debe a que los moldes de cáscara son muy variados -su tamaño y morfología difieren de unos a otros- y aunque el crisol se establezca con un diseño constante su posición será diferente en cada colada. El quemador ha de direccionarse adecuadamente de cara al crisol fusible, por lo que ha de contar con un margen de posicionamiento. De ahí que los hornos de fundición empleados para esta técnica tengan una apertura vertical en la parte lateral del equipo.

Hasta el momento se han ido tratando las indicaciones para la construcción de hornos de combustión, generalmente alimentados con gas, carbón o gasoil. Los sistemas eléctricos también son una opción aceptable y bastante recomendable para trabajar aleaciones con puntos de fusión bajo o metales como el aluminio. El objetivo es equipar nuestro horno con las resistencias y el sistema eléctrico congruentes con las necesidades del escultor. En los foros podemos encontrar un valioso material al respecto.



54. 55. 56. Imágenes del post de CARPIN (José j.), moderador del foro "metalfusión" en el que describe, con todo detalle y sin faltarle un dato, como fabricó su horno eléctrico para fusión.

Por último, podría plantearse la construcción de un horno de obra, fabricado íntegramente con ladrillo y cemento refractarios y de carácter permanente. En ese caso, las exigencias estructurales y arquitectónicas que el taller demande han de ser analizadas y atendidas más exhaustivamente.

5.1.2.4. Quemadores.

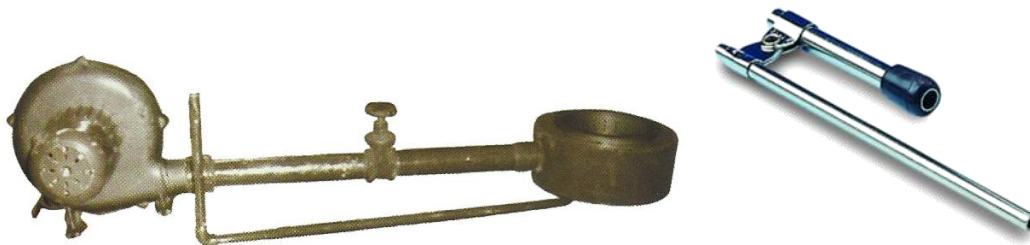
Un horno no es más que una cámara refractaria inerte y fría si no dispone de la tecnología apropiada para tratar o digerir convenientemente el combustible y así poner en marcha su potencial calorífico. Algunos, sin que cambie en nada su diseño, pueden usar gas o gasoil sólo sustituyendo sus quemadores. El quemador es quien administra los elementos básicos de la combustión, recordemos: *Combustible, Comburente y la Energía de Activación*. Aunque este último no tiene por qué estar integrado en el equipo y ser un agente externo.

Un quemador de gasoil por ejemplo, es el responsable de generar la mezcla aire-gasoil adecuada para que al llegar a una temperatura concreta o recibir un estímulo energético - como una chispa- se produzca la reacción deseada y tengamos llama. Centraremos nuestra atención en los equipos más usuales en fundición artística.

Abordamos en el apartado anterior que los combustibles sólidos se consumen en una cámara específica para ellos, un espacio integrado en el horno. Algunos casos son significativos en este sentido, si pensamos en un horno de fusión de hoyo por ejemplo, la mayor parte del espacio es para contener el carbón y el crisol se entierra casi por completo entre sus ascuas. En un horno de cocción, alimentado con leña o carbón, la cámara de combustión es minuciosamente integrada bajo -o a los laterales- de la cámara principal donde los moldes recibirán el calor. También en los hornos de reverbero se trata al combustible en una cámara contigua al hogar de los moldes. En estos casos, no existe claramente un dispositivo independiente del horno, aunque igualmente se ha de resolver bien la fórmula para una buena combustión. Son necesarias; una ventilación directa -el depósito del combustible suele hacer esa función-; y una vía de oxigenación secundaria que potencie la combustión -en algunos casos es el cenicero y en otros un conducto preparado expresamente para lograr ese objetivo-. Para la fusión de metales es necesario recurrir a un soplado artificial, forzado, con el que avivar el horno y alcanzar las temperaturas exigidas por la aleación o el metal. Estos ventiladores sí son un elemento anexo al horno.

Algunos métodos de trabajo con combustibles líquidos son similares a los de combustión de sólidos en cámara. Sobre una estructura escalonada de placas cerámicas -o metálicas- y situada en la cámara se va goteando el combustible, que al contacto con las placas calientes prenderá. En ese proceso puede incluirse un fluido más: el agua. Al trabajar con una emulsión -nada fácil de conseguir por cierto- de gasoil y agua se produce también vapor, el

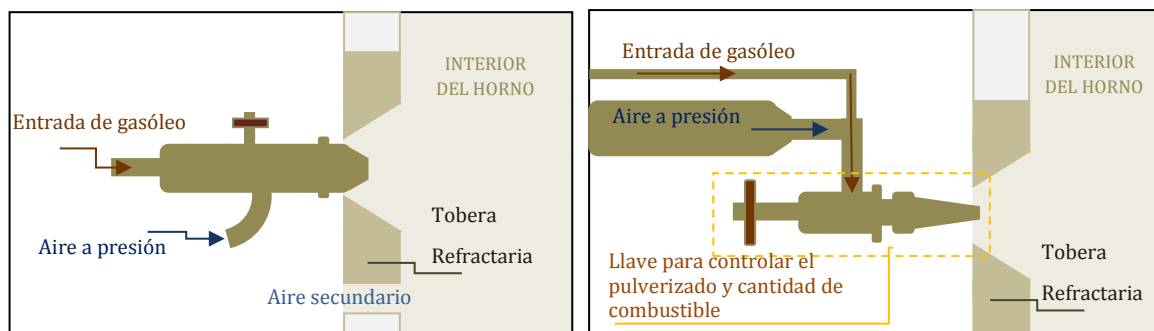
cual favorece la ignición. Ian Gregory nos ilustra muy bien este sistema a modo de *cascada inflamable*⁸⁹.



57. 58. Izquierda: Quemador por gasificación de gasoil con cubeta de acero inoxidable perforada. Derecha: Pulverizador de boca para fijar dibujos al carboncillo, pastel, tiza, etc.

Se trata de procesos de combustión adecuados, en principio a la fase de descerado y cocción de moldes refractarios, pero poco apropiados para la fusión de metales. En esta línea de bajas temperaturas incluiríamos también los quemadores que gasifican el combustible líquido dentro de cubetas o crisoles perforados. En éstos se evapora el gasoil o gasolina dentro de la cámara de combustión –con tiro natural o forzado– consiguiendo aumentar así su inflamabilidad. Este tipo de quemadores es más frecuente en calderas, para la calefacción del hogar, que en hornos de fundición.

Pasamos a un segundo punto en la clasificación; los quemadores con aire asistido. Si soplamos justo en la boca del tubo en el que se está formando la gota de gasoil conseguimos que esta se disgregue y salga despedida hacia delante forzada por el flujo de aire. Este principio tan sencillo es la base técnica de muchos quemadores que trabajan con combustibles líquidos. Si recordamos esos pulverizadores bucales con los que se fijaban los trabajos a carboncillo podemos entender bien lo que ocurre en estos quemadores.



59. En estos dos esquemas se muestra el planteamiento básico de funcionamiento de algunos quemadores diésel con aire forzado.

⁸⁹ GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*, pp. 18-21.

El aire producido por un ventilador circula por un conducto, el combustible por otro y ambos se encuentran en la boca del quemador. Este último es violentamente impulsado al interior del horno donde tendrá lugar la combustión. Se trata de un equipo viable tanto para el descerado y cocción de moldes de fundición, como para calentar un horno de fusión. Un buen ejemplo lo encontramos en los cursos de *Dibujo y Escultura en Bronce* de Priego de Córdoba; tras averiarse el horno de fusión eléctrico disponible para el taller en los primeros años del curso –nada menos que de inducción- los profesores se vieron en la necesidad de fabricar personalmente un nuevo equipo. Optaron por un horno sencillo de chapa, manta cerámica y algo de cáscara, con un quemador de gasoil que resolvieron con el ensamblado de varias piezas de fontanería y una buena turbina para el aire forzado. Pues bien ese remedio temporal lleva ya la friolera de 26 años en perfecto funcionamiento.



60. 61. 62. En estas tres imágenes podemos ver el horno de fusión de los cursos de *Dibujo y Escultura en Bronce* de Priego de Córdoba, así como un detalle de su quemador.

Hay que tener en cuenta que trabajar con combustibles líquidos precisa de un espacio para situar su contenedor. Éstos suelen situarse a cierta altura y así aprovechar la fuerza de la gravedad para introducir el combustible en el quemador. También el aire forzado ejerce cierta fuerza de succión en este sentido.

Primero estudiamos cómo prender gota a gota un combustible líquido dentro de la cámara de combustión. Se requiere solo un conducto y una llave de paso para controlar la entrada del gasoil o gasolina. Si añadimos un segundo conducto para el aire forzado mejoramos la ignición al dispersar cada gota, consiguiendo dividir éstas en partículas más pequeñas. Si añadimos una presión extra al conducto del combustible y en su salida colocamos una boquilla calibrada que pulverice la mezcla, optimizamos el proceso. Así actúan los quemadores de pulverización mecánica. Como hemos planteado, dos elementos son relevantes en este tipo de quemadores: la bomba o compresor encargado de inyectar el combustible a la presión adecuada, y la boquilla atomizadora. Es aconsejable incluir una pieza más el conjunto: un filtro. Las boquillas son tan precisas como delicadas y las posibles

impurezas en el combustible pueden causar daños e incidencias graves en el funcionamiento del quemador.

El diseño de un quemador de gas no varía mucho de los de combustibles líquidos. *Existen muchas formas de clasificar los quemadores de gas por ello, la Comisión de Utilización de la I.G.U. (International Gas Union) ha establecido una clasificación numérica que caracteriza sus diferentes variables, independiente de que un mismo tipo de quemador pueda recibir de cada fabricante una denominación diferente. En esta clasificación, cada quemador queda designado por un grupo de 6 cifras, de las que cada cifra puede tener diversas variantes⁹⁰:*

1ª Cifra	2ª Cifra	3ª Cifra	4ª Cifra	5ª Cifra	6ª Cifra
Modo de formación de la mezcla aire-gas	Presión del gas y del aire	Características del derrame de la mezcla previa sin quemar, o del aire y gas por orificios separados	Estabilización de la llama	Localización de la combustión	Precalentamiento del aire de combustión
1.Mezcla previa total por inducción	1.Gas a baja presión; aire a presión atmosférica	1.Derrame por orificios sencillos	1.Por llamas auxiliares	1.Llamas libres	1.Quemador precalentamiento del aire
2.Mezcla previa total por cámara de mezcla	2.Gas a baja presión; aire a presión	2.Derrame paralelo	2.Turbulencia libre de gases calientes	2.En pieza refractaria generalmente cónica	2.Quemador pudiendo funcionar con aire precalentado
3. Mezcla previa total antes del quemador	3.Gas a alta presión; aire a presión atmosférica	3.Derrame convergente	3.Turbulencia de obstáculos	3.En contacto con refractario o de masa de granos de refractarios	3. Quemador funcionando necesariamente con aire caliente
4.Mezcla previa parcial por modulación	4.Gas a alta presión; aire a presión	4.Derrame giratorio	4.Por superficie refractaria	4.Sobre superficie refractaria	
5.Mezcla previa parcial por cámara de mezcla	5.Gas reducido sensiblemente a la presión atmosférica; aire a presión	5.A través de refractario poroso	5.Llamas libres sin ningún orificio de estabilización	5.En túnel de combustión refractaria	
6.Mezcla previa parcial antes del	6.Gas reducido a presión atmosférica	6.Sobre rotor giratorio		6.En tubo metálico o cerámico	

⁹⁰ DIRECTORIO DE PROVEEDORES INDUSTRIALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA. Quemadores. [En línea] [Consultado: 08/05/2017] Disponible en web: https://www.dirind.com/dim/monografia.php?cla_id=75

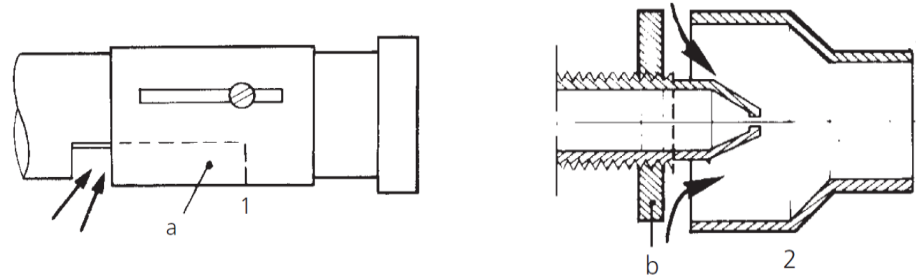
quemador					
7.Sin mezcla previa	7.Mezcla aire-gas a presión			7.En contacto con masa catalítica	

Tabla 18.

Por su naturaleza el gas viene envasado a presión por lo cual no es necesario forzar su difusión con aire forzado. La mayor parte de los quemadores domésticos, que podemos adquirir en ferreterías o centros comerciales y que solemos conocer con el nombre de *sopletes*, funcionan sin tener que mezclar previamente gas y aire. Éstos son clasificados en primera instancia como quemadores *atmosféricos*. Disponen de un *inyector calibrado* o *chiclé*, que determina su potencia controlando la cantidad máxima de combustible que se libera. Puede parecer una limitación, sin embargo la experiencia personal con sopletes atmosféricos ha sido muy satisfactoria, demostrando su viabilidad tanto para el descerado, cocción y sinterizado de moldes refractarios como para fundido de aleaciones no férricas y aluminio con crisol de 12-15 kg. Digamos que una limitación sí, pero con consecuencias leves para la actividad, tal vez un aumento moderado de los tiempos de trabajo.



63. 64. Uso de sopletes -o quemadores atmosféricos- tanto en funciones de descerado y sinterizado de moldes cerámicos por choque térmico, como en la fusión de metales.



65. 66. Esquemas gráficos de dos sistemas atmosféricos de abastecimiento de aire que puede tener un quemador.

La mezcla gas-aire en un *soplete* se produce en la boca o cabeza del quemador y suelen catalogarse como quemadores *de llama blanca*, en otros *el aire que se precisan para realizar una combustión completa se adquiere en dos etapas: en la primera una parte del aire se mezcla con el gas antes de la combustión (aire primario) y en la segunda, el resto del aire se aporta a la altura de la llama (aire secundario)*. Las llamas de estos quemadores, cuando están bien reguladas, son estables y con una combustión completa. A estos quemadores se les denomina quemadores *de llama azul*⁹¹. En el caso de los quemadores atmosféricos el aire es captado por la propia succión derivada de la presión del gas –efecto *Venturi*–, mientras que en los equipos de aire forzado éste es inyectado con la ayuda de un ventilador o compresor. En ambos casos se puede contar con un espacio, o cámara, integrado en el diseño del quemador para la mezcla combustible-comburente. Como ejemplo de quemador con aire forzado de baja presión y cámara de mezcla tenemos el QTA del profesor Dr. D. Juan Carlos Albaladejo:

*Nuestro quemador no es atmosférico pues el aire se inyecta mecánicamente luego podemos prescindir del dichoso chicle. Ello significa no tener ninguna limitación teórica en la potencia del quemador. Cuanto gas podamos hacer mezclar con aire, tanto tendremos de potencia. Pero no olvidemos que la combustión no se hace en el quemador, sino en un espacio ajeno a él como es el propio horno, esto significa que el horno forma parte del quemador y éste sí limita al mismo*⁹².

⁹¹ HERNÁNDEZ MARTÍN, E. Alberto. *Especificaciones técnicas CONAIF-SEDIGAS para la certificación de instaladores de gas. Materias comunes Tipos A, B y C. Parte 8. Quemadores*. 2008. [En línea] [Consultado: 08/05/2017] Disponible en web: <http://docplayer.es/21772955-Especificaciones-tecnicas-conaif-sedigas-para-la-certificacion-de-instaladores-de-gas-materias-comunes-tipos-a-b-y-c-parte-8.html>

⁹² ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. *Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible*, p.18.

5.1.2.5. *Evaluación en base al lugar, combustible y equipos técnicos como los hornos de cocción y fusión.*

A continuación evaluaremos de un modo conciso y visual las posibilidades de trabajar con uno u otro sistema de descerado teniendo en cuenta el tipo de edificación y el combustible más apropiado para ese espacio:

EQUIPO PARA DESCERADO	
 DESCERADO EN HOGUERA	 DESCERADO POR AUTOCLAVE
 DESCERADO CON LLAMA DIRECTA	 DESCERADO POR MICROONDAS
 DESCERADO POR CHOQUE TÉRMICO	 DESCERADO POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO
 DESCERADO CON HORNO / MUFLA	

Tabla 19.















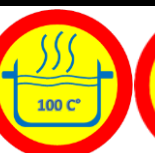




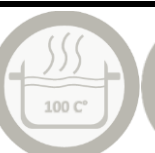

TIPO DE EDIFICACIÓN		
		
PARCELA SIN EDIFICAR		PARCELA + EDIFICACIÓN EN PRECARIO
OBSERVACIONES		
Este modelo de edificación suele consistir en un espacio de trabajo provisional, en el que el escultor no suele ejercer esta fase del proceso en fundición.		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO  	  	<p>Si trabajamos con moldes cerámicos –primitivos–, puede descerarse y cocerse en una hoguera, horno de hoyo u horno-mufla de reverbero de construcción propia. Incluimos igualmente los moldes cerámicos de cáscara con refuerzo de fibra.</p> <p>También pueden descerarse y cocerse moldes de <i>picadizo</i> con horno de obra alimentado por las tres fuentes de energía viables. Aunque, en este sentido descerar y cocer con combustibles líquidos plantea la limitación de no disponer de un ventilador o compresor para optimizar la combustión.</p> <p>Se tendría que recurrir a un generador de gasoil o gasolina para alimentar a su vez al ventilador.</p> <p>Los métodos de trabajo con gas propano o butano se presentan como los más eficientes. Requiere bombona y quemador pero ambos fácilmente transportables.</p>
LIQUIDO 		
GAS  	    	
ELECTRICIDAD 	   	

Tabla 20.















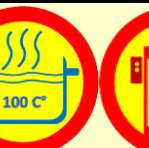




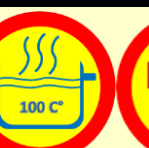

TIPO DE EDIFICACIÓN		
<div>   </div> <div> EDIFICACIÓN AISLADA EDIFICACIÓN AISLADA + ANEXO </div>		
OBSERVACIONES: Se trata de uno de los modelos de edificación más flexibles.		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO  	  	<p>Se trata del tipo de edificación con más posibilidades. Si el inmueble cuenta con energía eléctrica integrada en la red de servicios de la parcela puede recurrirse a ventiladores o compresores con los que potenciar el rendimiento de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Además de ser una fuente de energía más a la que recurrir si se instalan equipos eléctricos –es la más limpia aunque no la más económica–</p> <p>Se requiere de buena ventilación al trabajar el descerado con gasoil y gas pero sobre todo con combustibles sólidos. Un horno-mufla comercial o auto-fabricado precisa de un espacio apropiado.</p> <p>Trabajar con gasoil o gasolina hace necesario pensar en la localización que tendrá el contenedor del combustible. El descerado por agua hirviendo o microondas es casi exclusivo para las técnicas con cáscara cerámica.</p>
LIQUIDO 		
GAS  	    	
ELECTRICIDAD 	   	

Tabla 21.







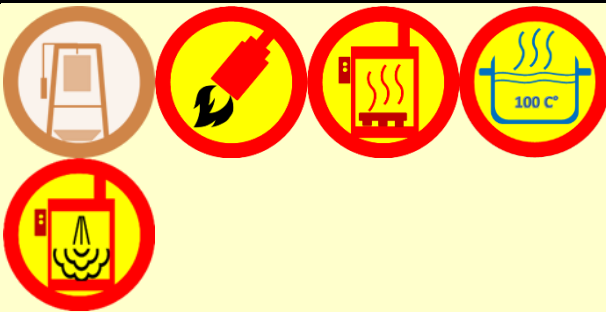

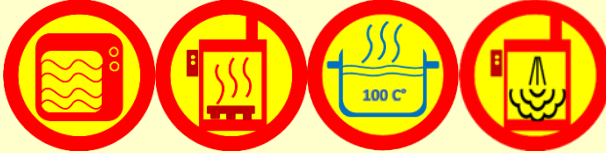
TIPO DE EDIFICACIÓN		
 EDIFICACIÓN ADOSADA		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO 		<p>La presencia de otras viviendas colindantes hace complicado el uso de combustibles sólidos -complicado pero no imposible-.</p> <p>El descerado con hornos de obra fabricados por el escultor son viables pero es necesario contar con un espacio apropiado, si se dispone de terraza o patios amplios es mejor.</p> <p>El descerado por choque térmico en espacios abiertos y aun así puede ser llamativo para los vecinos.</p> <p>Con el descerado por llama directa se controla más la combustión de ceras.</p> <p>El descerado con agua hirviendo para moldes de cáscara es inocuo y bastante apropiado en estos espacios.</p> <p>Los equipos eléctricos son los más limpios –sobre todo si no provocan la combustión de la cera como el microondas-.</p> <p>En cualquier caso dentro de la vivienda se precisa de una ventilación apropiada.</p>
LIQUIDO 		
GAS 		
ELECTRICIDAD 		

Tabla 22.







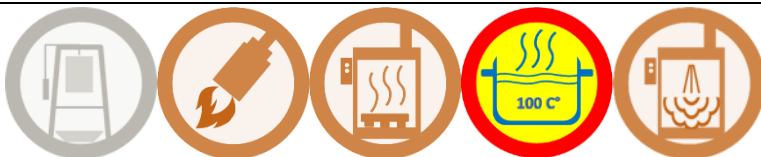

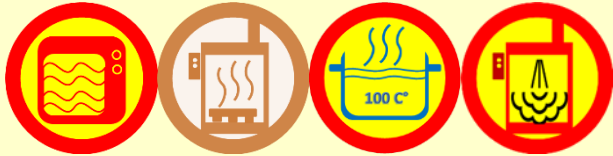
TIPO DE EDIFICACIÓN		
 VIVIENDA EN BLOQUE DE PISOS		
OBSERVACIONES:		
Se trata de uno de los modelos más complejos para la integración de una actividad como la fundición artística –y en general ante la integración de muchas técnicas escultóricas-		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO 		<p>Se trata de uno de los modelos de edificación que presentan más dificultades para la integración de esta actividad.</p> <p>Si se dispone de gas ciudad o gas natural puede ser una opción viable, si bien la combustión de ceras produce bastantes emisiones de humo inapropiados en estos espacios.</p> <p>Tal vez recurrir a equipos homologados, bien adaptados, con un buen sistema de ventilación, sea una buena opción para la cocción, descerado o sinterizado de moldes de fundición.</p> <p>La construcción de hornos para esta fase por parte del escultor resulta una opción compleja. Existen pocos espacios abiertos o semi-abiertos en este tipo de edificaciones.</p>
LIQUIDO 		
GAS 		
ELECTRICIDAD 		

Tabla 23.










TIPO DE EDIFICACIÓN		
		
UNIFAMILIAR ADOSADA A VARIOS		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO 		<p>Se trata de un modelo de edificación que acepta muy bien equipos de trabajo como una mufla de gas o eléctrica. Como vivienda unifamiliar la instalación de un circuito de ventilación adecuado a estos equipos puede resultar más viable que en otros espacios.</p> <p>El descerado por llama directa ha de ser muy controlado para reducir la emisión de humos al mínimo.</p> <p>La construcción de hornos temporales por parte del escultor es una opción, sobre todo si dispone de espacios abiertos o semi-abiertos. En espacios cerrados es complicado, requeriría de un buen sistema de extracción de humos.</p>
LIQUIDO 		
GAS 		
ELECTRICIDAD 		

Tabla 24.












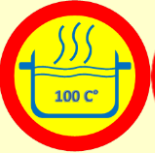






TIPO DE EDIFICACIÓN		
 NAVE		
OBSERVACIONES: Se trata quizás del modelo de edificación mejor adaptado a las necesidades de un escultor con intención de integrar la fundición artística en su espacio de trabajo de forma permanente.		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO 	  	<p>El descerado con combustibles sólidos, es viable si el espacio dispone de zonas exteriores. Aunque también se puede descerar en espacios interiores no deja de ser una actividad molesta.</p> <p>Este tipo de edificaciones suelen disponer de energía eléctrica, por lo que el uso de quemadores de gasoil con aire forzado es viable.</p> <p>Si se trata de un espacio amplio, con techos altos, puede llevarse a cabo el descerado por choque térmico con el equipo de extracción apropiado.</p> <p>La instalación de equipos homologados no supone demasiados problemas y la construcción de hornos temporales de obra realizados por el propio escultor también son una opción a tener en cuenta.</p> <p>Los equipos eléctricos son los más limpios. Aunque requieren tanto de una instalación eléctrica como una ventilación apropiadas.</p>
LIQUIDO 		
GAS 	    	
ELECTRICIDAD 	   	

Tabla 25.









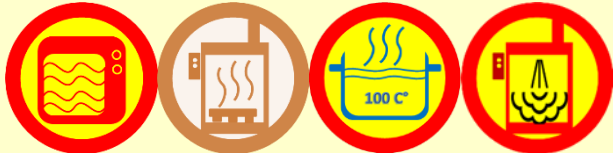
TIPO DE EDIFICACIÓN		
 LOCAL		
OBSERVACIONES:		
Se trata de uno de los modelos más complejos ante la integración de una actividad como la fundición artística.		
COMBUSTIBLE	EQUIPO PARA DESCERADO	OBSERVACIONES
SOLIDO 		<p>Se trata de un modelo de edificación muy complejo. Los combustibles sólidos quedan descartados si no es con un muy buen circuito de extracción y ventilación.</p> <p>Los combustibles líquidos requieren de espacio, los quemadores de gasoil o gasolina necesitan de un depósito y ventilación forzada.</p> <p>El uso de equipos eléctricos son los más viables, y sobre todo si se evita la combustión de ceras y otros materiales comunes en la realización de modelos de fundición como el poliestireno.</p>
LIQUIDO 		
GAS 		
ELECTRICIDAD 		

Tabla 26.

A continuación incluimos los hornos de fusión como una nueva variable en esta fórmula en la que se relacionan las posibilidades y viabilidad del trabajo teniendo en cuenta el modelo de edificación, la fuente de energía y los equipos técnicos más relevantes en fundición artística –los hornos-:

EQUIPO PARA DESCERADO			
	HORNO DE HOYO		HORNO DE OBRA CON GAS
	HORNO DE OBRA CON COMBUSTIBLE SÓLIDO		HORNO DE MANTA CON COMBUSTILBE LÍQUIDO
	HORNO DE OBRA CON COMBUSTIBLE LÍQUIDO		HORNO DE MANTA A GAS
	HORNO MICROONDAS		HORNO DE OBRA ELÉCTRICO

Tabla 27.



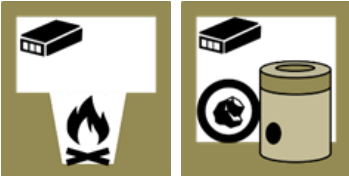







TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
PARCELA SIN EDIFICAR 			<p>Ante combustibles sólidos y líquidos, en esta fase es necesario aumentar su potencial calorífico con aire asistido o forzado. Recurrir a ventiladores eléctricos, si no se dispone de esta fuente de energía, hace necesario un generador de gasoil o gasolina.</p> <p>Este tipo de espacios es muy favorable a la construcción de hornos de fabricación propia.</p> <p>Trabajar con hornos de gas precisa muy poca infraestructura: horno, soplete y bombona. Estos elementos pueden ser versátiles y transportables.</p> <p>En ese sentido destacamos los equipos fabricados con manta refractaria, aunque tomando las precauciones pertinentes ante un material frágil, volátil y de riesgo para la salud del escultor.</p> <p>Sin embargo los quemadores de gasoil son de llama bastante agresiva con el horno y la manta puede deteriorarse.</p> <p>El gas es menos agresivo con este material.</p> <p>Los ladrillos refractarios pueden ser un material bastante útil en estos espacios, pues se usan tanto para la construcción de hornos de cocción como la fabricación de hornos de fusión.</p> <p>El horno de fusión requiere de un espacio adaptado a las altas temperaturas, sobre todo si los techos son bajos.</p>
			
PARCELA + EDIFICACIÓN EN PRECARIO 			
			

Tabla 28.




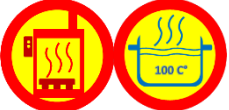









TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
EDIFICACIÓN AISLADA  EDIFICACIÓN AISLADA + ANEXO 	 		<p>Si la edificación cuenta con energía eléctrica integrada en la red de servicios de la parcela puede recurrirse a ventiladores o compresores con los que aumentar el rendimiento de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Además de poder recurrir a equipos eléctricos –es la fuente más limpia aunque no la más económica-.</p> <p>Gasoil y gas demandan una ventilación adaptada a su naturaleza. Pero sobre todo con los combustibles sólidos.</p> <p>Un horno de fusión, tanto comercial como auto-fabricado, precisa de un espacio adecuado, con un pavimento apropiado, seco y limpio.</p> <p>Trabajar con gasoil o gasolina hace necesario pensar en la localización que tendrá el contenedor del combustible y su protección ante agentes atmosféricos.</p> <p>En este tipo de edificación puede salir rentable la construcción, con carácter permanente y fijo, de un horno de ladrillo y mortero refractarios. Si se puede evitar el uso de manta cerámica gracias a las cualidades del emplazamiento se evitan riesgos ante un material con alto riesgo de inhalación.</p> <p>El horno de fusión requiere de un espacio adaptado a las altas temperaturas, sobre todo si los techos son bajos.</p> <p>Si se recurre a la misma fuente energética para llevar a cabo tanto el descerado y cocci3n de moldes como para la fusión de metales se optimizan los recursos.</p>
			
	 		
	 		

Tabla 29.






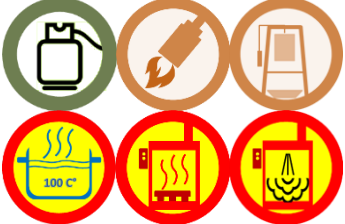



TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
EDIFICACIÓN ADOSADA 			<p>La presencia de otras viviendas colindantes hace complicado el uso de combustibles sólidos -complicado pero no imposible-.</p> <p>Los hornos de obra fabricados por el escultor son viables pero es necesario contar con un espacio apropiado. La situación mejora si se cuenta con zona al aire libre como un patio o terraza.</p>
			<p>La fabricación de hornos de manta cerámica requiere de un manejo responsable y de buena ventilación. Pero son muy versátiles.</p> <p>Los equipos eléctricos son los más limpios, durante el proceso de fusión de metales es aconsejable disponer de extracción forzada adaptada al equipo en uso, sin bien la emisión de gases y humos es mucho menor en comparación con otras fases de trabajo -como el descerado-.</p>
			<p>En cualquier caso dentro de la vivienda se precisa de una ventilación apropiada para estas actividades.</p> <p>El horno de fusión requiere de un espacio adaptado a las altas temperaturas, sobre todo si los techos son bajos.</p>
			<p>Si se recurre a la misma fuente energética para llevar a cabo tanto el descerado y cocción de moldes como para la fusión de metales se optimizan los recursos.</p>

Tabla 30.




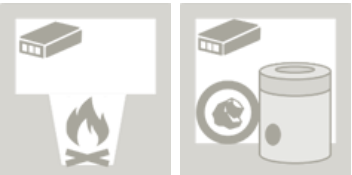








TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
VIVIENDA EN BLOQUE DE PISOS 	 		<p>Si se dispone de gas ciudad o gas natural puede ser una opción viable, sobre todo si se dispone de espacios bien ventilados.</p> <p>Tal vez recurrir a equipos eléctricos homologados, adaptados y con un buen sistema de ventilación, sea una buena opción para fundir metal en este tipo de edificaciones.</p>
			<p>La construcción de hornos para esta fase por parte del escultor resulta una opción compleja.</p> <p>El horno de fusión requiere de un espacio adaptado a las altas temperaturas, sobre todo si los techos son bajos.</p>
	 		<p>El uso de equipos microondas que faciliten el trabajo con pequeñas cargas de metal puede suponer una puerta abierta a las posibilidades de trabajar en estos espacios.</p> <p>Hoy ya es una alternativa en trabajos de joyería y cerámica de pequeño formato.</p>
	 		

Tabla 31.



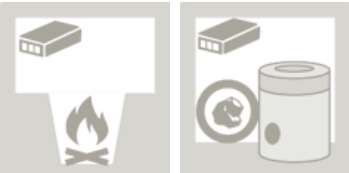






TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
UNIFAMILIAR ADOSADA A VARIOS 			<p>La proximidad a otras vivienda hace complicado el uso de combustibles sólidos -complicado pero no imposible-. Los hornos de obra fabricados por el escultor son viables pero es necesario contar con un espacio apropiado. La situación mejora si se cuenta con zona abierta al exterior como una terraza o un patio interior.</p> <p>La fabricación de hornos de manta cerámica requiere de un manejo responsable y de buena ventilación pero son muy versátiles.</p> <p>Los equipos eléctricos son los más limpios, durante el proceso de fusión de metales es aconsejable disponer de extracción forzada adaptada al equipo en uso, sin bien la emisión de gases y humos es mucho menor en comparación con otras fases de trabajo -como el descerado-</p> <p>En cualquier caso, dentro de la vivienda se precisa de una ventilación apropiada para estas actividades.</p> <p>El horno de fusión requiere de un espacio adaptado a las altas temperaturas, sobre todo si los techos son bajos.</p> <p>Si se recurre a la misma fuente energética para llevar a cabo tanto el descerado y cocción de moldes como para la fusión de metales se optimizan los recursos.</p>
			
			
			

Tabla 32.





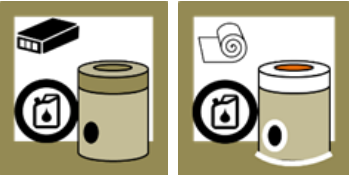




TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
NAVE 			<p>Puede recurrirse a una ventilación forzada para potenciar el poder calorífico de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Se puede recurrir a equipos eléctricos que es la fuente más limpia, aunque no la más económica.</p> <p>Gasoil y gas demandan una ventilación adaptada a su naturaleza. Pero sobre todo con los combustibles sólidos.</p>
			<p>Un horno de fusión, tanto comercial como auto-fabricado, precisa de un espacio adecuado, con un pavimento apropiado, seco y limpio, y en estos espacios no suele haber problemas en este aspecto.</p> <p>Trabajar con gasoil o gasolina hace necesario pensar en la localización que tendrá el contenedor del combustible y su protección ante agentes atmosféricos.</p>
			<p>En este tipo de edificación puede salir rentable la construcción, con carácter más permanente aunque no fijo, de un horno de ladrillo y mortero refractarios.</p> <p>Si se puede evitar el uso de manta cerámica gracias a las cualidades del emplazamiento se evitan riesgos ante un material con alto riesgo de inhalación.</p>
			<p>Recurrir a la misma fuente energética para llevar a cabo tanto el descerado y cocción de moldes como para la fusión de metales es una forma de optimizar los recursos.</p>

Tabla 33.



TIPO DE EDIFICACIÓN	COMBUSTIBLE Y EQUIPO PARA DESCERADO	EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	OBSERVACIONES
LOCAL 			<p>Tal vez recurrir a equipos eléctricos homologados, adaptados y con un buen sistema de ventilación, sea una buena opción para fundir metal en este tipo de edificaciones.</p> <p>Si se dispone de gas ciudad o gas natural puede ser una opción viable, sobre todo si espacio está bien ventilado. Hay que tener mucho cuidado con la acumulación de gas en el horno.</p>
			<p>La construcción de hornos para esta fase por parte del escultor resulta una opción compleja. Si bien, el uso de equipos versátiles –desmontar y montar- de manta cerámica puede ser buena opción. Este material ha de ser manipulado convenientemente y ha de haber buena ventilación.</p>
			<p>El horno de fusión requiere de un espacio adaptado a las altas temperaturas, sobre todo si los techos son bajos.</p>
			<p>El uso de equipos microondas que faciliten el trabajo con pequeñas cargas de metal puede suponer una puerta abierta a las posibilidades de trabajar en estos espacios. Hoy ya es una realidad en trabajos de joyería y cerámica de pequeño formato.</p>

Tabla. 34.

5.1.2.6. *Maniobrabilidad y espacio de trabajo ante los hornos de fundición.*

Poner en marcha el horno de fusión y preparar los moldes adecuadamente para recibir la colada es uno de los momentos más emocionantes en fundición artística. El instante en que se vierte el metal fundido... es simplemente mágico. Sin embargo, cada movimiento o maniobra conlleva una gran responsabilidad, y también sus riesgos. Es una fase delicada, donde la temperatura del metal depende de cada paso que se dé y es preciso contar con el espacio apropiado, que permita el acceso a todo el equipo de manera rápida y cómoda, sin obstaculizar al escultor en su actividad.

En algunas versiones técnicas no es necesario que el escultor intervenga, con *crisol fusible* – recordemos- el vertido es automático. En otras puede tratarse de una intervención mínima, como cuando volteamos un pequeño molde de *microfusión con crisol incorporado*. Sin embargo, si trabajamos con hornos de crisol exento, por ejemplo, son necesarios unos espacios mínimos para maniobrar bien.

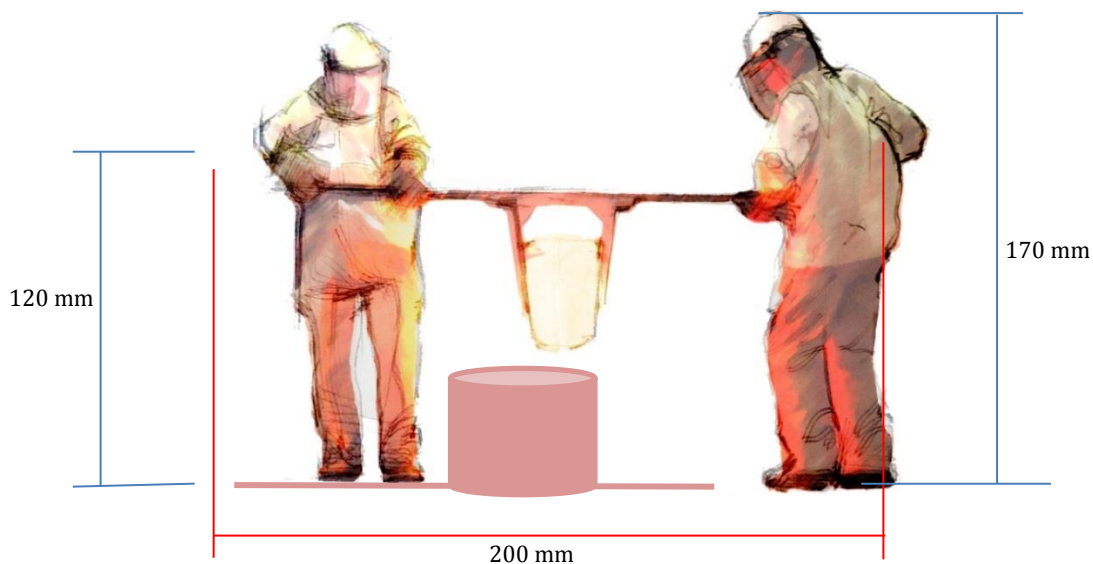
Más adelante, en el apartado sobre el tratamiento de gases y humos emitidos durante la fundición, se observará cómo tener en cuenta estos espacios siendo indispensable para el diseño de infraestructuras en materia de extracción localizada. Además, estos conocimientos, facilitan la búsqueda de lugares alternativos donde poder practicar la fundición artística, aunque sea de un modo itinerante. A continuación se analizan algunas situaciones y se plantean una serie de puntos a tener en cuenta por el escultor.

5.1.2.6.1. *Fundición con crisol exento.*

- El crisol no suele cargarse con todo el metal desde un primer momento, y es el escultor se ocupa de ir añadiéndolo a medida que el metal del crisol cede al calor del hogar. Es necesario tener un buen acceso a la boca del horno.
- Depende del sistema de apertura con el que cuente el horno de fusión, pero por lo general ha de disponer de espacio suficiente para manipular la tapa y apartarla a un lugar donde no estorbe al siguiente paso. Sería necesario contar con una área de trabajo donde se pueda situar el equipo y junto a éste un espacio similar donde depositar su tapa.
- Una vez fundido el metal y retirada la tapa, se extrae el crisol del interior del horno con las pinzas adecuadas, se coloca en el maneral y se procede a llenar los moldes refractarios que aguardan en el foso o arca a corta distancia.
- El horno de crisol puede encontrarse sobre el pavimento o bien por debajo de éste. Es obvio que si se encuentra semienterrado -por decirlo de alguna manera- el espacio necesario para extraer el crisol de su interior y depositarlo en el maneral es menor.

Hablamos de elevar pinzas y crisol a una altura concreta, por encima de la boca del horno. Por supuesto, todo queda supeditado a las dimensiones del equipo y los útiles con los que estemos maniobrado, pues no es lo mismo levantar un crisol de sesenta kilos que uno de veinte o trabajar con unas pinzas diseñadas para ser manejadas por dos personas en vez de una pinza adaptada para un solo operario.

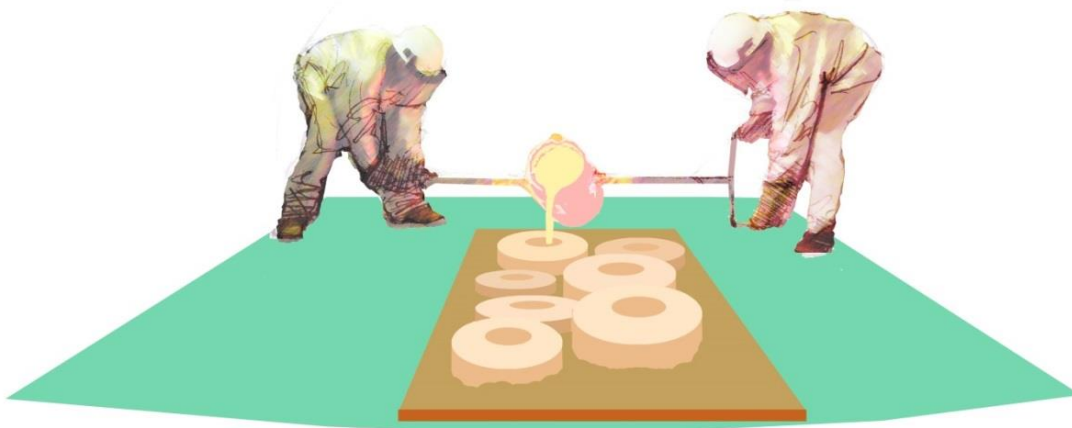
- Frente al horno, entre éste y los moldes, ha de reservarse un espacio para el maneral.
- Una vez colocado el crisol en el maneral, se ha de situar las pinzas en un lugar adecuado y cercano para volver a usarlas si es preciso.



67. Extracción del crisol llevada a cabo por dos operarios. En la imagen se indican algunas distancias mínimas necesarias para realizar la operación.

- Al fundir con crisol exento los moldes suelen situarse próximos al horno, con el propósito de realizar la colada en el menor tiempo posible y que el metal fundido no pierda mucha temperatura durante el proceso. Se reserva para ellos un espacio próximo a la zona ocupada por el horno.
- Trabajar con moldes y crisol exentos, obliga al escultor a disponer de un espacio para el horno, un espacio para las pinzas y maneral y una superficie bastante importante donde colocar los moldes para su llenado. Dependiendo de la altura a la que sean situados estos moldes, y los útiles implicados en la operación, hemos de reservar más o menos espacio para maniobrar.
- Si se trata de moldes tipo *chamota*, recordemos, se situarían en un receptáculo con arena. Éste contendor puede estar, en gran parte, por debajo del nivel del suelo –lo que conocemos como foso de arena- o bien sobre éste. Cuando se trabaja sobre el nivel del suelo, suele ser habitual disponer de encofrados de metal individuales para cada molde en vez de un encofrado o receptáculo único que contenga todos los moldes.

- Los moldes de cáscara cerámica también requieren de un espacio acotado dentro del cual son calentados para recibir la colada con la temperatura apropiada.
- Igualmente, es necesario reservar una superficie donde ubicar los moldes de arena.
- No solo se trata de contar con una zona en la que situar los moldes sino también disponer de espacio suficiente para que el escultor o escultores se muevan y lleven a cabo la actividad. Ésta, es tal vez, la superficie a reservar más amplia de todas y la más necesaria.



68. En verde espacio necesario para maniobrar adecuadamente durante vertido en moldes situados en foso de arena, Igualmente puede extrapolarse a otras situaciones, como por ejemplo con lechos de colada tipo arca.

5.1.2.6.2. *Microfusión con crisol incorporado.*

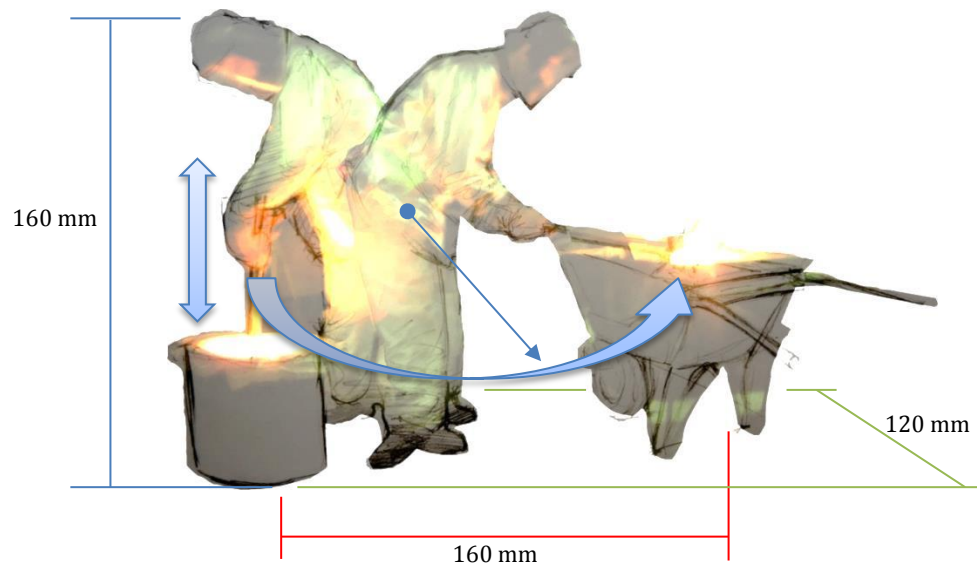
Con horno fijo. Volteo en el exterior.

Se trata de uno de los procedimientos más comunes al trabajar con esta versión técnica. El conjunto de molde y crisol permanece en el horno hasta la fusión del metal y una vez fundido se extrae del horno y se deposita en un lecho de arena adecuado a ese fin. Durante el traslado del molde-crisol se realiza el movimiento de volteo, permitiendo que el caldo ocupe su lugar en el negativo de la pieza.

Se trata de disponer:

- De un espacio para el horno.
- Un espacio para el operario -que en éste caso solo es el escultor- que permita llevar a cabo la maniobra.

- El conjunto molde-crisol se manipula con pinzas, se mantiene horizontalmente hasta superar la altura del horno y se dirige al lecho de arena, justo el instante antes de posarlo solo en éste se realiza el volteo.
- Es necesario reservar un lugar para el contenedor de arena. Suele bastar con disponer de una caja de metal o un cubo, en definitiva cuanto mayor sea el recipiente más espacio se necesita.

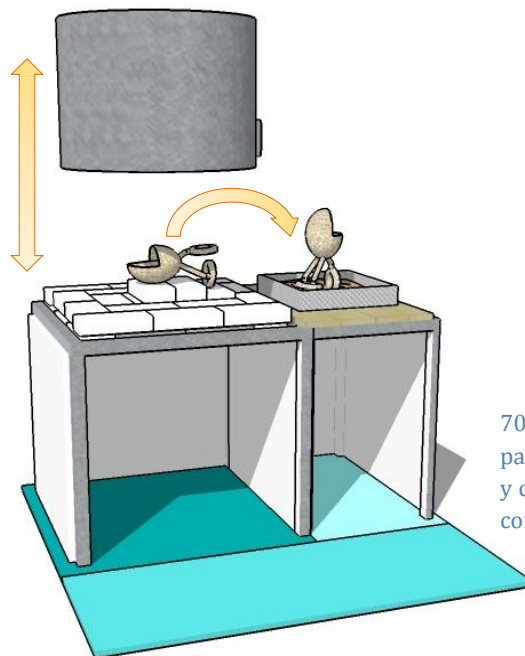


69. Extracción y colada por *microfusión* con crisol incorporado

Con horno elevable. Volteo *in situ* sobre el banco de trabajo.

Nuestro equipo de trabajo puede disponer de polipasto, permitiendo elevar el cuerpo del horno cuando el metal esté listo y dejar al descubierto la solera y el molde-crisol. De ese modo se tiene acceso directo a él y puede realizarse el volteo *in situ* -o tan solo con un pequeño desplazamiento lateral o frontal-.

- Se contaría con un espacio para el horno y un reservado muy cerca de éste – a la altura de su solera- donde acomodar la pieza volteada. Después puede bajarse de nuevo el cuerpo principal del horno.
- El polipasto y la estructura elevable del horno también requieren de un espacio reservado a su función.
- Sin olvidar el espacio ocupado por el escultor, para cargar y descargar el horno.



70 La zona azul y las flechas indican el espacio para maniobrar necesario durante la extracción y colada por microfundición con crisol incorporado con un sistema de horno elevable.

5.1.2.6.3. *Colada con cazo o maneral de uso individual.*

En una visita a la Fundación Jaume Espí de Valencia, pudimos estar presentes en una colada llevada a cabo en solitario por el propio artista y empresario Jaume Espí.

Sobre un pallet de madera y situado entre el horno y el arca con los moldes de cáscara calientes, iba introduciendo un cazo en el crisol para hacerse con el metal fundido. Un cazo de considerable envergadura pero apto para ser manejado por una persona, y a continuación vertía el caldo en los moldes con un simple giro de cintura. El crisol permanecía siempre en el interior del horno y el metal recorría apenas un metro hasta el vaso de colada.

- El espacio necesario para llevar a cabo esta operación se reduce a la superficie ocupada por el horno; la zona reservada por el pallet; y el espacio ocupado por el arca donde se mantienen calientes los moldes de cáscara cerámica.



71. En la imagen vemos una colada llevada a cabo por un solo operario, en la fundición Jaime Espí. con moldes cerámicos precalentados en un arca de manta refractaria y el uso de un cazo como crisol.

5.1.2.6.4. *Crisol fusible.*

Como ya hemos expresado, trabajar con un crisol fusible reduce considerablemente las necesidades espaciales para maniobrar, de hecho hasta tal punto que no es necesaria esta operación.

- No hay que retirar la tapa del horno y por lo tanto, no hace falta disponer de una zona concreta donde depositarla.
- De la misma forma, no tenemos que acceder al crisol pues éste permanece hasta el final en el interior del horno.
- Así mismo, tampoco nos vemos obligados a organizar un lugar para colocar los moldes, el molde se encuentra desde el encendido del quemador hasta el final de la colada en el interior del horno.
- Si bien, se ha de tener en cuenta los espacios necesarios para:
 - La carga y descarga del horno, así como la colocación adecuada del molde.
 - La manipulación del horno.
- Si se trata de un horno elevable, debemos considerar el espacio para instalar el polipasto y toda la zona afectada por el movimiento ascendente y descendente del horno. Éste suele estar unido al elevador mediante un cordón acerado u otro elemento similar al que se ha de prestar atención, por ejemplo si consideramos incluir una cabina de extracción localizada que contenga todo el equipo.

- El horno y el quemador no son los únicos elementos clave durante la fusión y los únicos que demandan de una zona apropiada para su manejo. El combustible ha de situarse bien, siempre a disposición del escultor y mantenerse en buenas condiciones.

Como matizamos al comienzo de este apartado, llegar a la fase de fundición y colada del metal significa mucho, aunque pueden surgir complicaciones y enturbiar un momento emocionante. El escultor ha de conocer muy bien los elementos técnicos a su disposición, sus dimensiones, los espacios mínimos para hacer de éstos un uso correcto, por ello recomendamos realizar un estudio de cuantas zonas han de reservarse para la maniobrabilidad y el manejo de todos los elementos implicados en la actividad.

5.1.3. Tratamiento de gases y humos.

Es esencial equipar al taller de un sistema adecuado de captación, filtrado y evacuación de gases, humos, y demás emisiones originadas durante procesos como el descerado de piezas, la fusión de metales o la realización de moldes de resina de poliéster. Un circuito de ventilación que proporcione una mayor seguridad al escultor ante estos contaminantes. Sin olvidar los equipos de protección individual pertinentes:

PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS EN EL TALLER DE ESCULTURA / EPI			
EQUIPOS FILTRANTES DE PARTÍCULAS (Molestas, nocivas, tóxicas...)	Mascarillas desechables FFP1, FFP2, FFP3	Trabajo con ceras, liberación y repaso de la pieza, manipulación de manta cerámica, elaboración de moldes...	NECESARIO
EQUIPOS FILTRANTES FRENTE A GASES Y VAPORES	Mascarillas con cuerpo de media máscara o máscara integral con filtros recambiables Filtro marrón	Elaboración de moldes con madre de resina, Pátinas con ácidos, desmoldeo en frío con modelo gasificable, ...	NECESARIO
EQUIPOS AISLANTES DE AIRE LIBRE			INNECESARIO
EQUIPOS AISLANTES CON SUMINISTROS DE AIRE			INNECESARIO
EQUIPOS RESPIRATORIOS CON CASCO O PANTALLA PARA SOLDADURA		Posibles repastos y reparaciones de la pieza, montaje, fabricación de herramientas...	OPCIONAL
FFP 1: Para usos con polvo nocivo hasta 4 veces el TLV. Para la escayola, el grafito, alúmina, caolín (moloquita)... FFP 2: Para usos con polvo, nieblas y humos de media toxicidad hasta 12 veces el TLV. Para colofonia, talco, cobre, estaño... FFP 3: Protección contra polvo, nieblas y humos tóxicos hasta 50 veces el TLV. T.L.V.: Nivel de exposición ocupacional, es la concentración máxima de una sustancia contenida en el aire, en un promedio de 40 horas, a la cual un trabajador podría estar sometido día tras día sin riesgo para su salud. A MARRÓN Gases y vapores orgánicos con buenas propiedades de aviso y con un punto de ebullición superior a 65°C B GRIS Gases y vapores inorgánicos con buenas propiedades de aviso			

E AMARILLO Anhídrido sulfuroso. Gases ácidos con buenas propiedades de aviso.
K Vapores de amoníaco
AX MARRON Gases y vapores orgánicos con puntos de ebullición inferiores a 65 °C y buenas propiedades de aviso.
Hg ROJO BLANCO Vapores de mercurio
NO AZUL BLANCO Gases nitrosos

Tabla 35.

Considerando el perfil específico del trabajo de un escultor, es importante tener en cuenta la viabilidad de los equipos EPI en cada actividad. Por ejemplo, al enfrentarse a la creación de un modelo escultórico directamente en cera, el escultor no puede calcular el tiempo de su ejecución y por supuesto requiere de un nivel de concentración muy alto, en ese caso, utilizar una máscara acondicionada con uno o dos filtros para gases y vapores orgánicos puede dificultar el trabajo, resultando un recurso incómodo en periodos largos de actividad. Obviamente por estar cómodos no podemos desechar un equipo de protección, sólo debemos buscar el más adecuado. Se trata de ofrecer cierta variedad a la hora de elegir el equipo más adecuado para mejorar las condiciones de trabajo, si un sistema de extracción retira y procesa efectivamente el contaminante evitando que éste sea inhalado por el escultor, entonces el artista puede prescindir de una máscara para gases que le dificulte su labor. En algunas fases del proceso en fundición artística se genera una gran cantidad de humo haciendo insuficiente el uso exclusivo de una mascarilla.

No se trata de renovar el aire viciado por la presencia de personas en el taller, por lo que en espacios cerrados, se descarta un protocolo de ventilación natural o por dilución. Consideramos apropiada la presencia de un sistema de extracción localizada que capte el contaminante desde su origen e impida que se extienda por el taller o sea inhalado por el escultor. En palabras del arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas⁹³:

Plantear solo un sistema de ventilación general en un taller donde se originan gases, olores y polvo puede ser insuficiente y además no salir tan rentable como puede parecer. En consecuencia, lo mejor es solucionar el problema de contaminación en el mismo punto donde se produce siempre que se pueda. Es más, se alienta a que la ventilación por captación localizada sea prioritaria ante cualquier otra alternativa en casos como este.

5.1.3.1. Sistema de ventilación por extracción localizado.

Planificar un sistema de extracción fijo es tal vez muy comprometido al tratarse de algo tan orgánico como el taller de un artista -que puede ser tan solo un espacio alquilado-. Además resulta inapropiado por la variedad de actividades llevadas a cabo en su interior. Sería más conveniente un sistema de extracción que permita cierta flexibilidad de manejo y responda de un modo sencillo a necesidades diferentes: un sistema de extracción localizado versátil. Pero por supuesto, todo depende del taller que se disponga, de las necesidades del escultor,

⁹³ PAZ ARRIBAS, Ignacio Abrahám. [Correo electrónico] 08-05-17.

de su trabajo y de los objetivos planteados para hacer más o menos presente la fundición artística en el lugar. En este apartado, veremos cómo algunos lugares aceptan un sistema de extracción fijo y otros sin embargo, no permiten ni su instalación.

En palabras del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: *Todo sistema de extracción localizada requiere un diseño y unas características de funcionamiento que permitan el arrastre del contaminante a la velocidad necesaria, su vehiculación a través de la instalación a un caudal adecuado y un ventilador que proporcione dicho caudal venciendo la pérdida de carga ofrecida por el conjunto de la instalación*⁹⁴. Pero, ¿A qué se refiere concretamente el INSHT cuando habla del *conjunto de la instalación*? ¿Cuántos elementos tiene y cuáles pueden llegar a ser diseñados por el propio artista? ¿Cuál es el *Caudal Adecuado* para las necesidades de un escultor mientras lleva a cabo una actividad como la fundición artística? Intentaremos ir dando respuesta a éstas cuestiones.

Comenzando por los elementos básicos de un sistema o circuito de extracción localizada:

- Captador o campana. La estructura más próxima al foco contaminante encargada de captar las emisiones contaminantes.
- El ventilador o extractor, se ocupa de ejercer la fuerza de succión y de expulsar el contaminante.
- Los conductos por los que se trasporta el contaminante y unen el punto de captación con el ventilador y el exterior.
- Un sistema de filtrado de las emisiones, que depure cuando sea preciso el contaminante antes de ser evacuado del circuito de extracción.

5.1.3.2. *Pautas de actuación ante el diseño de un sistema de ventilación por extracción localizada.*

Consideramos muy apropiados los puntos de actuación, planteados por el Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia sobre ventilación por extracción localizada, ante el diseño de un sistema de estas características⁹⁵:

Captación del contaminante

1. *Considerar las características de los contaminantes, bien sean gases, vapores o aerosoles más o menos pesados.*

⁹⁴ GUARDINO SOLÁ, Xavier. *NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio*. INSHL. Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. 2004, p. 1. [En línea] [Consultado: 08/05/2017]. Disponible en web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_672.pdf

⁹⁵ PÉREZ LÓPEZ, Gabriel. *FT-2.Ventilación por Extracción Localizada, VEL*. Instituto de Seguridad y Salud Laboral. Región de Murcia. [En línea] [Consultado: 08/05/2017]. Disponible en web: [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6645&IDTIPO=100&RASTRO=c721\\$m](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6645&IDTIPO=100&RASTRO=c721$m)

2. *Obtener las dimensiones del foco origen de la generación o emisión del contaminante.*
3. *Estimar la posibilidad de corrientes de aire.*
4. *Observar las necesidades de espacio del trabajador.*
5. *Determinar el tipo de elemento de captación y las dimensiones del mismo.*
6. *Deducir, mediante tablas disponibles al efecto, la velocidad de captura del contaminante.*
7. *A partir de la velocidad de captura, de la geometría del elemento de captación y de su distancia al foco de emisión, determinar el caudal de aspiración. Este caudal es el que ha de proporcionar el ventilador de la instalación.*

Conducción del contaminante

8. *Establecer si la velocidad del aire en los conductos ha de estar necesariamente por encima de un valor determinado. Si es así, esa será la velocidad mínima del aire en los conductos.*
9. *Conocidos el caudal y la velocidad, determinamos las dimensiones de los conductos y de los accesorios.*
10. *Determinar la suma de las pérdidas de carga que se producen en todos los elementos del sistema.*
11. *Calcular la ecuación de funcionamiento del sistema.*

Equipo de ventilación / extracción

12. *Seleccionar un ventilador cuya curva de funcionamiento sea congruente con la ecuación de funcionamiento del sistema con un rendimiento óptimo.*

5.1.3.2.1. Captación del contaminante: Campana, Vitrina, Rejillas, etc.

El diseño de las estructuras encargadas de captar el contaminante puede ser muy distinto según la actividad o la naturaleza de las emisiones que se pretenda controlar. Su forma y dimensiones dependen directamente del tipo de contaminante, la cantidad de emisiones que se pretende controlar y la distancia del captador con respecto al origen de éstas. También es importante su posicionamiento.

Muchos diseñadores, cuando se enfrentan con una operación nueva a la que hay que dotar de extracción localizada, empiezan por colocar mentalmente la fuente de contaminante completamente encerrada y a continuación abren en esa envoltura los mínimos orificios que permitan el desarrollo del proceso; esta forma de proceder es debida al hecho de que el caudal de aire a extraer es tanto menor cuanto más “encerrado” queda el foco de contaminante en el interior de la campana⁹⁶. Esta manera de operar puede resultar muy útil al escultor. En

⁹⁶ CASTEJÓN VILELLA, Emilio. *Extracción localizada*. FUOC. Fundació per la Universitat Oberta de Catalunya, p.37. [En Línea][Consulta: 09/05/2017] Disponible en Web, [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Salut_en_el_treball/Especializacion_en_higiene_industrial/Especializacion_en_higiene_industrial_\(Modulo_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Salut_en_el_treball/Especializacion_en_higiene_industrial/Especializacion_en_higiene_industrial_(Modulo_3).pdf)

cualquier caso el diseño geométrico de una campana deberá siempre perseguir el objetivo de encerrar al máximo el proceso contaminante en su interior, minimizando el tamaño de las aberturas a través de las cuales pueda escapar el contaminante y difundirlas al ambiente⁹⁷. Pero no todas las campanas encierran al foco, a modo de vitrinas de captación, algunas están exentas. Aun así, han de situarse lo más cerca posible del foco contaminante y su tamaño y forma han de responder bien a las necesidades de la operación, generando una velocidad de captación apropiada. *Teóricamente la velocidad de captación necesaria depende de la velocidad de producción del contaminante, su peligrosidad, su temperatura, su densidad, y de la existencia o no de corrientes de aire que interfieran. En la práctica, y en líneas generales, la retirada eficaz de gases o vapores exige velocidades de captación del orden de los 0,6-0,7 m/s en su zona de generación*⁹⁸. La Velocidad de Arrastre o de Captación (V_a) y su valor viene determinado por la siguiente fórmula:

FÓRMULA PARA CALCULAR LA VELOCIDAD DE ARRASTRE (V_a)

$$V_a = Q / 2750 (10d^2 + 5)$$

Q = Caudal en m^3/h . ($1 m^3/h = 3,6 l/s$)
 d = Distancia al foco en mm

Tabla 36.

FÓRMULA PARA CALCULAR EL CAUDAL DE UNA VITRINA o CABINA

$$Q = V \cdot S = V \cdot A \cdot L \cdot 3600$$

Q = Caudal en m^3 / hora.
 V = Velocidad de captación m/s.
 S = es la superficie de la boca ($A \times L$)

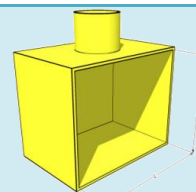


Tabla 37

Las vitrinas, o cabinas, son los captadores que mejor cumplen con la premisa de encerrar el foco contaminante. Pueden presentar recintos reducidos, donde llevar a cabo tan solo operaciones concretas en las que no intervenga mayormente el escultor. Su espacio reducido y su diseño permiten aprovechar al máximo el caudal de los extractores.

Pero como se ha comentado, no todas las estructuras de captación son tan cerradas como las vitrinas. Son muy conocidas las campanas extractoras o de succión, como las que podemos encontrar en los hogares controlando las emisiones de humo de la cocina o como parte del aspirador. De entre esas campanas, hablamos de rejillas o rendijas cuando al

⁹⁷ Ibídem, p. 38.

⁹⁸ GUARDINO SOLÁ, Xavier. *NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio*, p. 9. [En línea] Op cit.

dividir el lado menor por el mayor de la superficie de su boca de succión, el resultado es menor de 0,2.

FÓRMULA PARA CALCULAR EL CAUDAL DE UNA REJILLA o RENDIJA

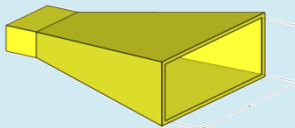
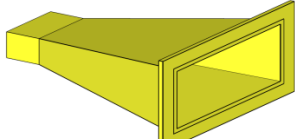
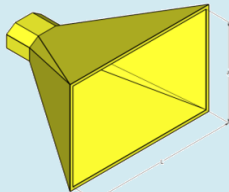
$Q = 3,7 \cdot S \cdot V \cdot X \cdot 3600$	<p>Q = Caudal en m³/ h S= es la superficie de la boca (A x L) V = Velocidad de captación m/s X: Distancia al foco en mm</p>	
$Q = 2,6 \cdot S \cdot V \cdot X \cdot 3600$ <p>(SI DISPONE DE REFLECTORES)</p>	<p>Q = Caudal en m³/ h S = es la superficie de la boca (A x L) V = Velocidad de captación m/s X = Distancia al foco en mm</p>	

Tabla 38.

Hablamos de Campanas, propiamente dichas, si el resultado de dividir el lado menor por el lado mayor de la superficie de la boca es mayor a 0,2. *En las campanas de captación, sean verticales u horizontales, la sección de la boca debe ser como mínimo el doble de la del conducto*⁹⁹.

Se han analizado algunos diseños estandarizados de campanas, pero las opciones son múltiples, siempre y cuando cumplan con los objetivos. El escultor ha de analizar bien la actividad, contemplar las emisiones producidas durante ésta y responder con una estructura de captación apropiada. En el cálculo de caudales de estas primeras estructuras del sistema de ventilación por extracción localizada, se puede observar como un simple añadido en la superficie de la boca de succión, como son los reflectores, puede llegar a disminuir el caudal necesario en hasta un 20%. Esto hace que diseñar la campana de extracción para un equipo o zona de trabajo sea una de las primeras decisiones importantes para el escultor.

FÓRMULA PARA CALCULAR EL CAUDAL DE UNA CAMPANA

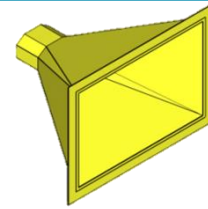
$Q = V \cdot (10 x^2 + S) \cdot 3600$	<p>Q = Caudal en m³/ h V = Velocidad de captación m/s S = es la superficie de la boca (A x L) x: Distancia al foco en mm</p>	
---------------------------------------	---	---

⁹⁹ Manual *Práctico de Ventilación de Soler & Palau*, p. 35. [En línea] [consulta: 09/05/2017] Disponible en Web, http://www.solerpalau.mx/pdf/sp_ventilacion_TOTAL.pdf

$$Q = 0,75 \cdot V \cdot (10x^2 + S) \cdot 3600$$

(SI DISPONE DE REFLECTORES)

Q = Caudal en m³/h
 V = Velocidad de captación m/s
 S = es la superficie de la boca
 $(A \times L)$
 x : Distancia al foco en mm



$$Q = 1.4 \cdot P \cdot V \cdot H \cdot 3600$$

Q = Caudal en m³/hora
 V = Velocidad de captación m/s
 P = Perímetro mm
 H = Altura de la campana con respecto al foco

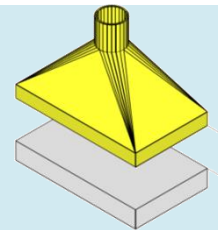
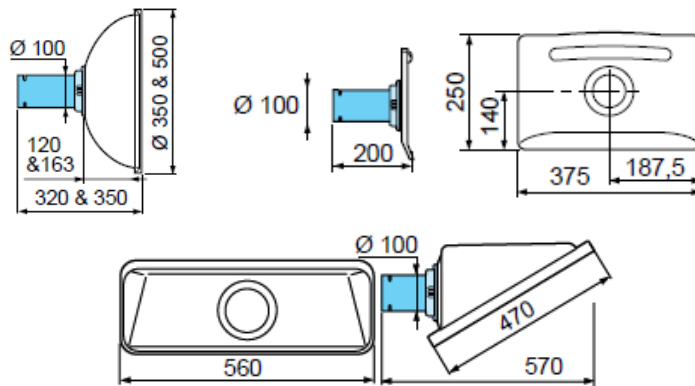
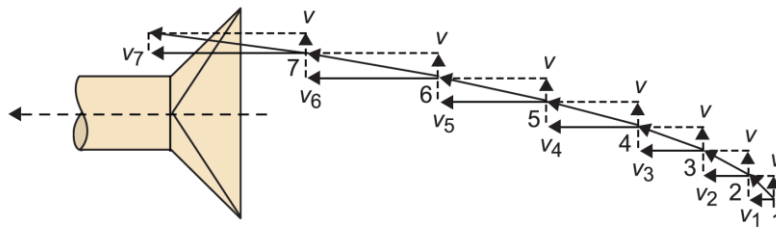


Tabla 39.



72. Arriba, de Izquierda a Derecha: Campana tipo Cúpula; Campana Plana; Abajo: Campana tipo Pala.

Durante cualquier actividad de taller se generan corrientes de aire, de origen mecánico o físico, que pueden dificultar la captación de humo o polvo volátil por parte de la campana de extracción. Por ejemplo, el humo producido al soldar dos trozos de cera tiene un origen térmico y desde su foco se generan fuertes corrientes de aire ascendentes. Las emisiones producidas al corte con una amoladora, sin embargo, son de origen mecánico. La campana de extracción ha de adaptarse a ello y aprovechar estas fuerzas en beneficio propio.



73. Trayectoria en el arrastre de partícula con una campana situada ante el foco.

La figura (sobre estas líneas) muestra esquemáticamente cómo la trayectoria de una partícula (1-2-3-4-5-6-7) se decide en cada punto como el resultado de la acción simultánea de la velocidad generada por la campana (que como es lógico es mayor cuanto más cerca estamos de la campana) y la velocidad de aire existente en el local, v . En el caso que se muestra en la figura la velocidad generada por la campana vence, y la partícula termina su trayectoria en el interior de la campana, es decir, es captada. Pero si la velocidad v fuera mucho mayor, la trayectoria no conduciría a la partícula al interior de la campana y no sería captada.¹⁰⁰

En general, una campana de extracción ha de cumplir con el diseño apropiado y generar la Velocidad de Aspiración suficiente para captar el contaminante e introducirlo en el circuito, y para ello:

1. La distancia al foco contaminante será la menor posible.
Mayor distancia al foco = Menor caudal de aspiración = Necesidad de un Ventilador más potente.
2. El elemento encargado de captar las emisiones encerrará el foco contaminante cuanto le sea posible.
Mayor cerramiento del foco = Menos Caudal de Aspiración necesario = Necesidad de un Ventilador menos potente
3. Las dimensiones y geometría de la campana de extracción se adaptarán lo mejor posible a la fuente y naturaleza de las emisiones contaminantes.
4. Se prestará atención a las fuerzas y corrientes de aire generadas por la actividad, con el objetivo de utilizarlas en beneficio de la aspiración.
5. Se prestará atención al correcto posicionamiento del elemento captador, con el fin de que el escultor no respire en ningún momento el contaminante.
6. El poder de succión del ventilador ha de ser el apropiado para captar desde su origen y expulsar el contaminante del taller.

5.1.3.2.2. El circuito de Extracción: los Conductos.

Diseñar el sistema de conductos por el que ha de circular el contaminante es uno de los ejercicios más complejos en materia de ventilación. Se ha de calcular la presión en el interior de cada tramo relevante del conducto y las pérdidas de carga causadas por puntos singulares, salidas de aire o irregularidades en la superficie del tubo. Tarea bastante compleja para un escultor no formado en la materia.

Se recomienda en cualquier caso realizar un planteamiento teórico y gráfico del circuito de ventilación apropiado para el taller. Un estudio en diédrico del espacio de trabajo, donde se refleje:

¹⁰⁰ CASTEJÓN VILELLA, Emilio. *Extracción localizada*. p. 35.

1. Situación en planta y alzado de los puesto de trabajo, así como las dimensiones del foco contaminante.
2. Información sobre los detalles de cada operación (materiales y su toxicidad, forma de operar, etc.) a fin de poder proceder al diseño de las campanas.
3. Situación y dimensiones de las estructuras de captación o campanas. Las dimensiones del foco nos ofrecerán una idea aproximada de la forma y dimensión del elemento de captación.
4. Establecer la velocidad mínima en los conductos de acuerdo a las velocidades de transporte. En diversas publicaciones se aportan las velocidades de transporte y captura más idóneas para cada tipo de procesos.
5. Calcular la sección del conducto.
6. Esquema unificado del sistema de conductos, desde el origen de las emisiones hasta el exterior del taller, incluyendo las dimensiones en planta y alzado.
En este punto es apropiado señalar las dimensiones de cada tramo del conducto, con todos sus elementos –tramos restos, codos, empalmes, etc.-.
7. Situación del ventilador, y del sistema de depuración, etc.

Tras el diseño de las campanas de extracción, y obtenido el caudal necesario en ese primer punto del circuito, se calcula la sección apropiada del conducto de ventilación. Para ello, es necesario conocer, junto al caudal, la velocidad de transporte en el interior del conducto necesaria para transportar el contaminante hasta el exterior. Esta velocidad está relacionada directamente con la naturaleza del contaminante, pues no es lo mismo trasportar vapores que partículas de polvo, y una velocidad de transporte insuficiente provoca un mal funcionamiento en el circuito.

La Velocidad de Transporte (V) –o Velocidad del Aire en el Conducto- mínima generalmente adoptada para emisiones de gas o humo contaminante es de 5-10 m/s.

Conocido el Caudal (Q), la Velocidad de Transporte (V) y la sección del conducto, pueden plantearse las dimensiones totales y especificar cada uno de los tramos del conjunto, concluyendo el diseño del sistema de ventilación. Tras lo cual, se pueden calcular las pérdidas de carga.

FÓRMULA PARA CALCULAR LA SECCIÓN DEL CONDUCTO

$$S = \frac{Q}{v}$$

Q = Caudal en m³/s

v = Velocidad del aire en el conducto, en m/s

S = Área de la sección del conducto en m²

Tabla 40.

Como apuntamos al inicio del apartado, el cálculo de las pérdidas de carga o presión en cada tramo de un conducto es uno de los ejercicios más complejos relacionados con el

diseño de un sistema de ventilación, en general del ámbito de trabajo y el campo de conocimiento de un escultor. Sin embargo, reconocemos que (...) *es un aspecto importante, pues su valor influye directamente en la selección del ventilador necesario. Si la pérdida de carga no está bien calculada, no se seleccionará el ventilador adecuado y la instalación no funcionará correctamente, no eliminará la cantidad de contaminante que se había previsto y la concentración ambiental de aquel será excesiva, poniendo en peligro la salud de las personas que trabajan*¹⁰¹. Esta afirmación de Emilio Castejón Vilella es bastante contundente y en la medida de lo posible el escultor ha de intentar realizar los cálculos más precisos posibles, aunque para ello se sirva de la colaboración de un técnico especializado en la materia.

En este punto del proyecto, no creemos oportuno profundizar en cuantas formulaciones matemáticas son necesarias para calcular las pérdidas de carga de un circuito de ventilación, ya que tal despliegue teórico incluso dificultaría la lectura de este trabajo, sin aportar nada concluyente y se encuentra fuera de los objetivos de nuestra tesis. Si bien, tendremos en cuenta estos cálculos en apartados posteriores, concretamente durante el estudio de un modelo específico de taller, pues en ese momento se exige mayor concreción de datos en los planteamientos técnicos.

Aunque, sí puntualizaremos algunos principios muy básicos con respecto al diseño de un circuito de ventilación por extracción localizada:

1. El conducto de ventilación ha de ser lo más simple posible. Partiendo de que el circuito más sencillo es aquel que conecte el foco contaminante con el exterior precisándose tan solo un conducto recto, con la mínima longitud posible.
Mayor longitud del Circuito = Menor Pérdida de Carga = Necesidad de un Ventilador más potente.
2. Se ha de aprovechar las fuerzas o corrientes de aire implícitas en la actividad y que condicionan las emisiones contaminantes.
3. Cuantos menos puntos singulares posea –codos, empalmes,...- e irregularidades en su superficie, menores serán las pérdidas de presión o carga en todo el circuito.
Mayor número de ángulos o desigualdades en el circuito = Mayor pérdida de Carga = Necesidad de un Ventilador más potente.

5.1.3.2.3. *El ventilador o extractor.*

El ventilador es el instrumento mecánico encargado de aportar la energía para provocar el movimiento de aire necesario por el sistema de ventilación forzado y que éste sea eficiente.

¹⁰¹ Ibídem, p. 13.

Suele establecerse una clasificación sencilla entre ventiladores axiales o centrífugos. Los ventiladores axiales generan un movimiento del aire en paralelo al eje de rotación del ventilador mientras que los ventiladores centrífugos generan un ángulo de 90° entre la trayectoria de entrada y la de salida del aire. Estos últimos son los más apropiados para un sistema de extracción localizado ya que consiguen aumentar más la presión del aire.

Contrariamente a lo que a menudo se imagina, un ventilador no es un artefacto que, una vez en marcha, aspire un cierto caudal fijo de aire. A esta creencia errónea contribuye sin duda el hecho de que los fabricantes de ventiladores coloquen sobre ellos una placa de características en la que normalmente se indica el caudal. Esta cifra representa el caudal máximo, que es el que el ventilador es capaz de dar cuando se pone en marcha sin tener conectada ninguna tubería.¹⁰²

Lo que quiere decir Emilio Castejón, es que sabemos que el caudal calculado en un principio en la campana de extracción, junto a la velocidad de captación y la de arrastre, definen poco a poco el diseño de todo el circuito, pero no representa el caudal específico del ventilador. El caudal de inicio se ve afectado por diversas razones: la irregularidad del conducto de ventilación, su situación, sus dimensiones, la presencia de elementos que complican el circuito, los filtros, etc., sufriendose unas pérdidas de presión totales que han de ser resueltas o superadas por la presión ejercida por el ventilador.

El escultor ha de ser consciente de ello y tras diseñar la campana más apropiada para la actividad y calcular el caudal inicial ha de adquirir un ventilador capaz de mantener la presión y la capacidad de conducción necesaria para el circuito de ventilación establecido. Para ello, es decisiva la comprobación empírica, poniendo a prueba la capacidad del ventilador ante un circuito de conductos diseñado e instalado previamente.

5.1.3.3. Ventilación o extracción localizada en las diferentes fases de trabajo en fundición artística.

5.1.3.3.1. Extracción localizada durante la preparación de ceras.

Para realizar el modelo en cera, primero se ha de preparar la cera. Al calentar este material, o cualquiera de los componentes que integran la liga que conocemos como cera para modelar, pueden alcanzarse temperaturas muy superiores a su punto de fusión y provocar la emisión de gases indeseados. Además, mientras se prepara la cera tenemos el mal hábito de realizar otro tipo de actividades, descuidando este proceso y favoreciendo el sobrecalentamiento de sus elementos.

En el campo de la escultura, Bajo el concepto de “cera”, podemos encontrar diferentes sustancias de distinta naturaleza. En el contexto de la fundición artística para realizar el modelo se utilizan principalmente dos productos; por un lado, la cera comercial que se

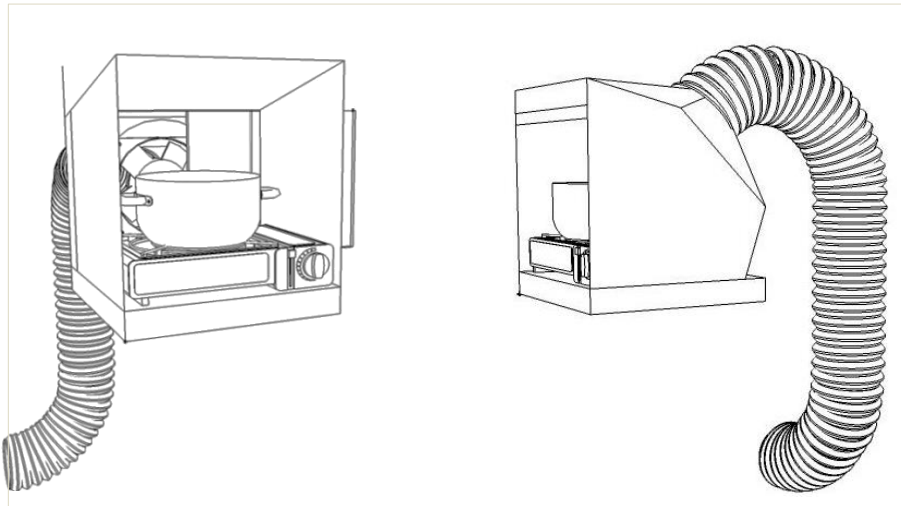
¹⁰² Ibídem, p. 24.

adquiere en establecimientos especializados y que es la más estandarizada en fundiciones artísticas profesionales, conocida como cera roja¹⁰³; y por otro lado, en los talleres de escultura y en los centros educativos que imparten fundición es más frecuente realizar el modelo con un compuesto que se basa en la cera virgen de abejas al que se incorporan dos sustancias principalmente, parafina y colofonia. El porcentaje de estos ingredientes, además de la incorporación de otros como sustancias pigmentantes, permiten modificar y adaptar el material a nuestras necesidades o a otros factores como la temperatura, etc.

Según el RD 363/95 sobre comercialización, clasificación, envasado y etiquetado de sustancias químicas peligrosas, la colofonia está clasificada como Xi, R43, S2-24-37: *irritante y sensibilizante*. Si echamos un vistazo a la ficha técnica de otros productos más industriales como las ceras microcristalinas podemos encontrar una mezcla más amplia y compleja de hidrocarburos. Efectivamente, la manipulación o combustión de estos materiales pueden provocarnos dificultades respiratorias, náuseas o irritaciones cutáneas, por lo que debemos prestar atención y actuar para evitar o minimizar en todo lo posible tales riesgos. El primer factor que debemos tener en cuenta una vez elegido el tipo de cera es no exceder la temperatura de trabajo para evitar la creación de humos nocivos. En este sentido es muy importante la elección de un hornillo o calentador donde podamos regular las temperaturas de las sustancias que estamos derritiendo mediante un termostato que nos permita tener la cera en condiciones óptimas a la temperatura mínima de trabajo. Obviamente este parámetro fluctuará, dado que dependiendo del uso adecuaremos la plasticidad de ésta mediante el incremento o descenso de la temperatura. Pero si tenemos sistematizados determinados procesos con ello reducimos riesgos. Si esto ocurre con las materias primas que conocemos, no debemos prestar menor cuidado con aquellas sustancias de las que ignoramos su composición y con ello nos referimos a las ceras sintéticas entre las que hemos referenciado la cera roja o la marrón.

Entre los modelos de extracción localizada planteados para laboratorios por el INSHL, la *Vitrina de Sobremesa* puede ser la opción más adecuada para el control de emisión de humos durante la elaboración o preparación de ceras, ya que la labor exige poca manipulación. El proceso puede transcurrir en un espacio reducido por lo que el sistema con vitrina llega a ser bastante eficiente con un extractor de baja potencia, minimizando costes y simplificando el diseño. La vitrina o cabina sólo ha de disponer de espacio suficiente para contener el equipo mínimo necesario para calentar la cera. Si se trata, por ejemplo, de un hornillo eléctrico simple y una olla, hablamos de una pequeña cabina de dimensiones aproximadas: 30 x 30 x 30 cm.

¹⁰³ Aunque se emplea en combinación con otra de mayor dureza de color marrón que se usa para reforzar internamente la pieza por medio de pincelado o volteando.



74. 75. Recreación digital de dos cabinas extractoras para el calentamiento de ceras.

El contaminante es direccionado ascendentemente por las corrientes producidas en un proceso térmico de estas características, si aprovechamos este dato y situamos la zona de succión en la parte superior de la vitrina la aspiración será más efectiva como se aprecia en el esquema (sobre estas líneas).

El humo producido por la combustión de ceras es molesto e irritante en exposiciones largas, compuesto por sustancias de cierta toxicidad como los hidrocarburos, ácidos resinosos alcoholes o esteres. Si disponemos de un espacio de trabajo poco ventilado y el sistema de extracción no finaliza con la evacuación total al exterior de esos gases, es aconsejable el empleo de filtros de carbono activo o en su defecto filtros para la emisión de humos grasos, como los empleados en las campanas de cocina. La integración de estos filtros se ha de tener en cuenta igualmente al diseñar la vitrina, ya que influyen en el aspecto y en la capacidad de succión de los extractores.

El filtro encargado de mitigar lo mejor posible los olores y del humo producido por la quema de ceras, puede situarse al final del sistema de extracción o justo al comienzo de la aspiración. Si fuese necesario incluso se podría plantear el filtrado en ambos extremos. Por lo general estos elementos se encuentran junto a los equipos de extracción, en un recinto específico para ellos y en el exterior del local. También, podemos encontrar algunos equipos de soldadura en los que el conjunto campana-conducto-extractor-filtros es portable y está provisto de ruedas, por lo cual puede situarse donde el escultor lo estime oportuno en cada momento y dependiendo de lo que esté trabajando. Creemos, que este sistema de cajas con filtros de carbono y extractor, es bastante sencillo y puede adaptarse bien a espacios de taller.



76. 77. Izquierda: Extractor de humos con boca flexible; Derecha extractor de polvo y humo móvil.

Es difícil ejercer un control exhaustivo sobre la cantidad de cera que debemos preparar para terminar una pieza y saber el tiempo necesario para prepararla, por lo tanto conocer la cantidad de contaminante producido y emitido durante ese periodo es complejo, sin embargo, pensamos que su evacuación directa al exterior puede ser suficiente, ya que puede considerarse una cantidad de contaminante exigua.

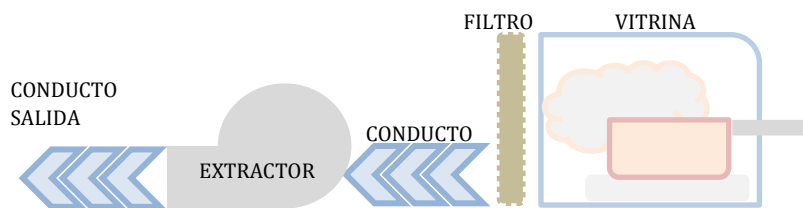
Volviendo a la vitrina extractora, la adquisición de este tipo de productos puede ser; bien a través de proveedores del sector industrial; bien buscando artículos enfocados al hogar pero que pueden ser adecuados a los objetivos de nuestro taller. Existe una gran variedad, como por ejemplo, las vitrinas de laboratorio o las cabinas portátiles para trabajos con aerógrafo, pero los costes pueden resultar altos. Recurrir a soluciones más domésticas, como un sistema de extracción de cocinas con motor en línea por ejemplo, puede resultar más económico y suficientemente eficaz. Conociendo los elementos básicos de un sistema de extracción, incluso podemos atrevernos a realizar nuestro propio circuito de evacuación de gases con materiales reciclados, de segunda mano,... buscando reducir cuanto sea posible los costes.



78. 79. 80. Tres cabinas de extracción. Izquierda: Cabina de laboratorio. Centro y Derecha dos ejemplos de cabinas portables, usuales para trabajos de soldadura al estaño y pintura con aerógrafo.

Los elementos básicos en un sistema de extracción de vitrina para el trabajo con ceras son:

- Vitrina o Cabina. Es el espacio acotado donde se lleva a cabo la actividad.
- Conductos de Ventilación. Son quienes dibujan el circuito desde el punto de emisión –la vitrina- hasta el exterior.
- Extractor. Es el equipo eléctrico encargado de ejercer la fuerza de succión y expulsión.
- Filtros. Se trata de disponer de un componente que depure en la medida de lo posible los gases antes de ser evacuados.



81. En este esquema se presentan los elementos básicos que intervienen en un circuito de extracción localizada con vitrina.

La disposición de estos elementos puede variar, dando lugar a diseños muy diversos. El escultor ha de estudiar bien las posibilidades del espacio disponible en su taller para adecuar lo mejor posible el diseño de un circuito de extracción que responda a sus necesidades.

5.1.3.3.2. Extracción localizada durante el trabajo con ceras: Creación del modelo.

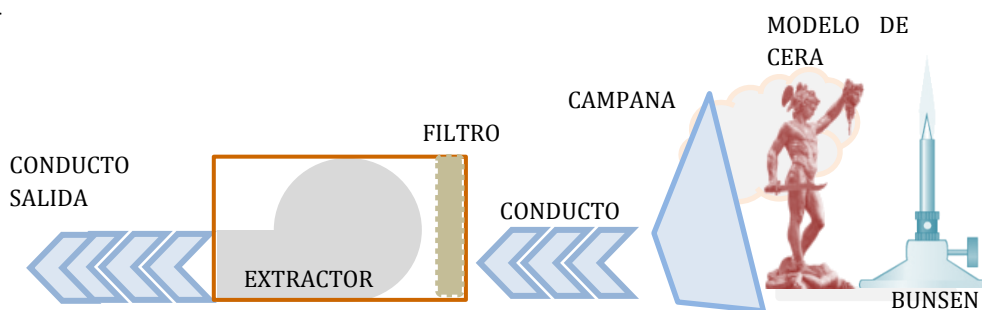
El trabajo directo con ceras es sin duda, uno de los momentos relevantes de la creación escultórica a través de la fundición artística. Se trata del propio acto creativo. Necesitamos concentración y dedicación absoluta y tal vez -como adelantamos al comienzo del capítulo- los equipos de protección individual con filtros para gases y humos puedan resultar incómodos. Las cabinas de extracción, aun comprobada su eficacia, pueden limitar los movimientos del escultor mientras trabaja con la cera. Es una fase donde la manipulación del material es constante, aunque no se trate de un formato grande y tenga lugar en una mesa convencional, no podemos acotar demasiado el espacio de trabajo del artista. Éste necesita controlar completamente el modelo que tiene entre manos, manipularla cómodamente y poder acceder a sus partes desde todos los ángulos.

Mantener los útiles y la cera a una temperatura adecuada es fundamental y el fogón ha de estar cerca o en la misma zona de trabajo. La campana extractora puede captar los humos emitidos mediante un sistema adaptable y no estanco, por lo que creemos que el uso de campanas portátiles es una buena opción para actividades de este tipo. Aunque no se descarta el uso de bancos de trabajo, con un sistema fijo de extracción incorporado o un circuito de ventilación donde parte de sus componentes estén adosados a la pared.

Sobre todo, se ha de mantener el flujo de absorción direccionado correctamente, con la campana situada de forma que capte el contaminante antes de que éste llegue a ser inhalado por el escultor. Situarla sobre el banco de trabajo con una aspiración vertical en dirección ascendente sería un error, ya que es muy probable que durante el modelado el escultor se acerque al área de succión y respire los gases.

Los elementos básicos en un sistema de extracción de mesa con campana portátil para la realización de modelos en cera puede sintetizarse en:

- *Campana.* Parte del sistema de extracción más cercana a la actividad productora de gases, cuyo diseño tronco cónico o tronco piramidal permite la absorción adecuada de éstos.
- *Conductos de Ventilación.* Son quienes transportan los gases y humos succionados, desde la campana hasta el motor y finalmente los evacúan al exterior.
- *Extractor.* Es el equipo eléctrico, motor, encargado de ejercer la fuerza de succión y expulsión.
- *Filtros.* Se trata de disponer de un componente que depure en la medida de lo posible los gases antes de ser evacuados.



82. En este esquema se presentan los elementos básicos que intervienen en un circuito de extracción localizada con campana orientada al foco contaminante.

5.1.3.3.3. Extracción localizada durante la eliminación del modelo.

En lo que a emisión de gases se refiere, eliminar el modelo en cera para dejar hueco al metal fundido es la parte más llamativa de toda la fundición artística. Si bien, todo depende del tipo de procedimiento que llevemos a cabo y del equipamiento que dispongamos en nuestro taller para tal fin. Sobre este punto, consideramos conveniente recordar las opciones expuestas en el capítulo dedicado a los equipos técnicos, teniendo presente el equipamiento e infraestructuras disponibles, y plantear posteriormente soluciones al respecto de la ventilación.

Extracción de contaminantes producidos durante el descere con Molde de Olla.

La mayor parte de la cera en el interior de un cilindro de *chamota* es absorbida por el propio molde al principio del proceso, después va consumiéndose hasta ser eliminada por

completo. Ya se ha comentado que para llevar a cabo esta operación disponemos de varias opciones, entre ellas destacamos dos como básicas: bien usar un horno homologado de cámara o bien un horno de fabricación propia con carácter permanente o provisional de ladrillo refractario, manta, etc. Cada opción, por supuesto, demanda un sistema de extracción apropiado a sus características.

Siempre que sea posible la primera opción será contar con un horno que permita recuperar la cera de los moldes a lo largo del proceso de cocción de los mismos. Esa es la principal ventaja de los sistemas de descerado por microondas o por inmersión en agua hirviendo, en los que se evita la combustión de la misma y a su vez estamos reduciendo al mínimo la emisión de humos procedentes de su calentamiento. Lo que ocurre es que esos sistemas de descerado no son compatibles con los moldes tradicionales de *picadizo*. Durante el proceso de descerado estos moldes pierden prácticamente el 50% de la cera por combustión, en algunos casos, en los que se trabaja con hornos de obra que no integran un dispositivo para recuperarla se consume el 100%. Existe un tipo de moldes de olla –por definirlos así– que si permiten su descerado por procedimiento húmedo; los moldes de *microfusión* propios de los trabajos en joyería. Es bastante común someterlos a un descerado por autoclave o licuadoras a vapor.

Evacuación de gases ante un horno de cocción comercial.

En el caso de los hornos comerciales, como las muflas de cámara rectangular y otros equipos de similares características, suelen integrar en su diseño adaptaciones precisas para la evacuación de gases. Se trata normalmente de puntos de anclaje para conectar el horno a la instalación general del taller. Tendremos en cuenta que:

- Las Muflas son equipos pesados que no suelen ser fáciles de mover una vez que están ubicados dentro del taller por lo que recurrir a un circuito de extracción estable en vez de a un sistema versátil y móvil tal vez sea en estos casos lo más apropiado.
- Igualmente, podemos mantener piezas multifunción; La campana puede mantenerse fija cerca de la salida de humos del horno, unida al conducto de ventilación pertinente. Mientras piezas como el motor, el sistema de filtrado y alguna sección del conducto, pueden ser desmontados e incorporados a un sistema independiente de extracción, aprovechándolos para otro tipo de actividades. Con eso se consigue que una de las piezas más costosas del circuito –el extractor– forme parte tanto del conjunto fijo como del equipo de extracción portátil.

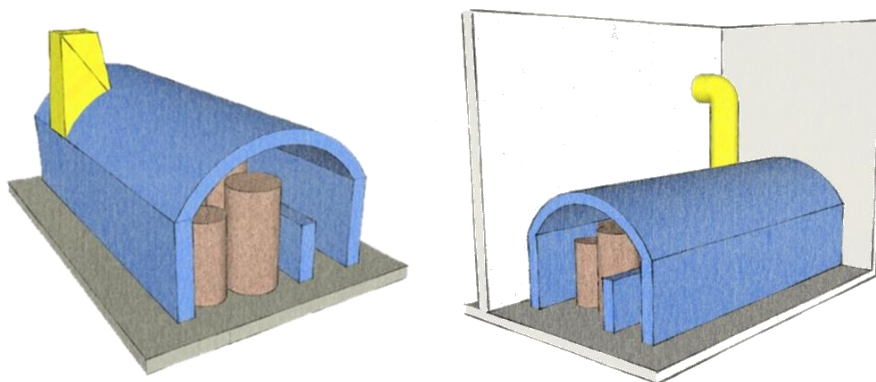
Evacuación de gases ante un horno de cocción de fabricación propia.

Al construir temporalmente un horno de cocción de reverbero con el que resolver el descerado de una pequeña cantidad de cilindros de *chamota*, se ha de tener en cuenta el tiro o chimenea para evacuar los gases. Si se localiza la mufla en el exterior:

- La chimenea dispuesta para permitir la salida de gases suele ser todo el sistema de extracción necesario.

Si se construye en el interior del taller:

- La chimenea puede estar conectada al exterior y expulsar convenientemente el humo.
- O situarse próxima a una campana extractora, la cual se encargará de aspirar las emisiones para que el circuito de extracción se encargue de eliminarlas.



83. Recreación de dos hornos de cocción con chimeneas integradas en su diseño.

Extracción de contaminantes producidos durante el descere con molde de cáscara cerámica.

La facilidad de manejo que ha supuesto la fundición con moldes cerámicos ha sido sin embargo, entre otras cuestiones, a costa de cierta aparatosidad escandalosa en el descere de los mismos. Demasiado fuego, demasiados humos y bastante riesgo es lo que conlleva el descere por choque térmico (flash dewaxing) limitando en muchos casos esta operación mucho más que el de la propia fusión del metal.¹⁰⁴

Recordemos que *la Campana de Descere* es el dispositivo u equipo con el que se suele llevar a cabo la tarea de eliminar la cera del interior de los moldes cerámicos. Este equipo no cuenta propiamente de chimenea o conducto que dirija y expulse controladamente las emisiones de humo y gas producidas durante la actividad y que, como bien ha descrito el Prof. Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, es *aparatoso y escandaloso*. Las llamas producidas durante la combustión salen del interior del cilindro de manta tanto por su base como por su tapa, acompañadas del humo. Mientras, la cera se precipita envuelta en llamas al recipiente con agua situado bajo la parrilla -una vez en contacto con el agua solidifica-.

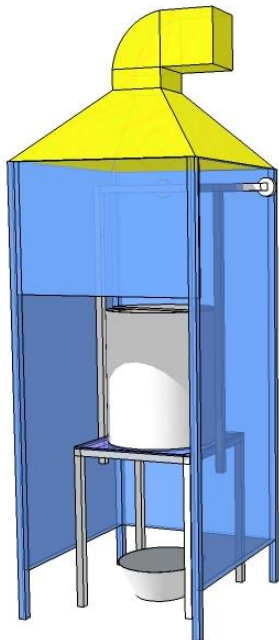
¹⁰⁴ ALBALADEJO GONZALEZ, Juan Carlos. *El descere con microondas en la cascarilla cerámica*. La fundición artística en la Universidad Española: La Investigación. 2006, p.149.



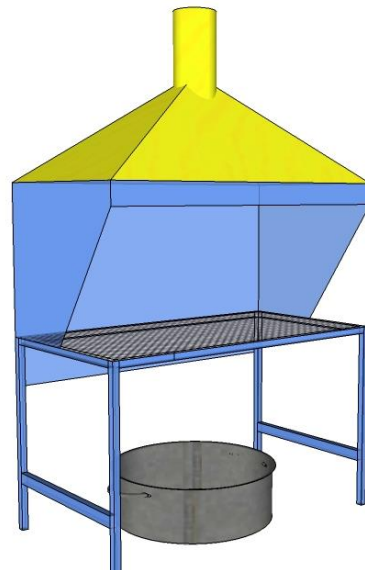
84. 85. 86. Izquierda y centro: Dos ejemplos de descerado por choque térmico en el que se aprecia la combustión de cera y la emanación de humo durante el proceso. Derecha: Descerado por llama directa en la fundición de Jaume Espí.

Para poder controlar estas emisiones, se ha de construir una estructura que envuelva el conjunto. Podría tratarse de una cabina que permita trabajar al operario –u operarios-, contenga en sí las llamas y atrape el humo para redireccionarlo al sistema de extracción para finalmente expulsarlo al exterior del taller. La altura de este equipo de descere suele ser considerable, por dos razones:

1. La mesa ha de situarse lo suficiente alta para que el calor irradiado desde el interior de la campana no caliente el agua del recipiente preparado para recibir la cera, de lo contrario ésta prenderá y no se solidificará.
2. La estructura puente que permite elevar y descender la cámara de descere –el cilindro de manta- ha de medir lo suficiente para que el escultor pueda introducir las piezas en la parrilla y para que la combustión dentro de ella sea adecuada. Un equipo que cumpla con estas características puede superar fácilmente los dos metros y medio de alto.



87. 88. En estas recreaciones digitales pueden distinguirse dos sistemas de extracción localizada. Izquierda: Cabina extractora adaptada a una campana de descerado por choque térmico. Derecha: Campana extractora localizada para el descerado por llama directa.



También debemos comentar la opción de realizar el descerado con llama directa. Para este tipo de sistema, utilizado por ejemplo en la fundición artística Jaume Espí, se precisa de una mesa con parrilla, bajo la cual se ubica el depósito para recoger la cera y sobre estos elementos una gran campana extractora que cubra la zona de trabajo. En relación con el sistema anterior, en éste se prescinde del cuerpo cilíndrico de manta cerámica y de la estructura *punte-polea* para elevarlo y descenderlo. La llama directa produce un imparto térmico menor, centrado sólo en las partes donde incide la llama, pero la experiencia ha demostrado su eficacia con los moldes de cáscara perforados intencionadamente, por ejemplo, para que la cera se evacue y se reduzca la presión por dilatación. Si bien, no se reduce su combustión con lo que seguimos teniendo grandes emisiones de humo y una pérdida considerable de material.

El microondas con el que se está trabajando en la Facultad de Bellas Artes de La Laguna, en el marco de un proyecto de investigación, reduce notoriamente estas emisiones:

La extracción de humos es un problema notable al cual nos tuvimos que enfrentar. La cera es un material combustible siendo muy agresivo y virulento cuando es sometido a altas temperaturas. El horno microondas, que se presenta como alternativa a paliar este fenómeno que típicamente se produce en hornos convencionales, ha disminuido un 65% la emisión de gases si bien sigue estando presente la evaporación del residuo. La instalación estratégica de un extractor de aire forzado permitió la evacuación de los gases desde el interior de la cámara, apreciándose la emanación de un humo bastante limpio, constatando la reducción de las partículas en suspensión, aunque todavía con presencia de algunos remanentes de la materia, comprobándose que se producía una deposición de partículas fruto de la evaporación de la cera sobre las aspas del ventilador, reduciendo su eficiencia en la extracción y mantenimiento de limpieza. Así, se está barajando la idea de seguir trabajando en ello y lograr a través de la inserción de filtros de partículas (p.ej. un filtro de agua) un mejor tratamiento medioambiental de los subproductos, consiguiendo capturar las partículas del vapor de cera para una emisión de gases limpios.¹⁰⁵

El prototipo de horno microondas que dispone el aula-taller de fundición de la Facultad de BB. AA. de La Laguna lleva integrado parte de los elementos del circuito de extracción de humos –concretamente el ventilador– pero al final las emisiones producidas durante la actividad han de ser expulsadas al exterior. Por ello, es conveniente instalar un conducto de extracción, o pequeña campana, localizada justo en esa salida –como ocurre por ejemplo con una mufla–. Tras el descerado por microondas los moldes de cáscara cerámica han de ser sinterizados, y si conservan algún resto de cera se termina de eliminar por completo, con una última cocción. Esta tarea ha de llevarse a cabo en lugar bien ventilado, y si se cuenta con un sistema de captación de humos apropiado mejor, aunque las emisiones sean muy escasas.

¹⁰⁵ Entrevista a D^a. Itahisa Pérez Conesa. [Correo electrónico], 2016.

89. Prototipo de microondas a disposición de la Facultad de BB. AA. de La Laguna. Hemos destacado con recuadro rojo el ventilador incluido en el diseño del prototipo para la evacuación de gases y humos durante el proceso de descerado



Si se recurre a una autoclave o licuadoras los residuos emitidos por estos equipos se reducen prácticamente a emisiones de agua en estado gaseoso, es un proceso sin humos. Podría prescindirse de filtros de carbono, ya que la cera no llega a combustionar en el interior de la autoclave, e incluso de campana extractora –aunque siempre es recomendable-. De todas formas, el molde ha de pasar por las llamas, por dos razones:

1. La autoclave no consigue evacuar la totalidad de la cera, una pequeña parte es absorbida por el molde. Estos restos han de eliminarse por completo lo cual requiere de una intervención tras el descere.
2. Como hemos expuesto anteriormente, no llega a la temperatura necesaria para sinterizar la cáscara cerámica. El sinterizado ha de ser posterior al descerado.

Si bien la cáscara cerámica soporta el descerado por vapor –sin autoclave, sometida a una fuente de vapor directo- no deja de ser un proceso arriesgado para el molde pues la curva de temperatura suele ser lenta, dilatando la cera en el interior de un molde frágil ya que no ha sinterizado. Para evitarlo ha de reforzarse el molde del mismo modo que ha de hacerse en una mufla convencional. En este sentido los métodos de trabajo con refuerzo de fibra de vidrio en las últimas capas de revestimiento están logrando muy buenos resultados con hornos cerámicos convencionales.



90. 91. Izquierda: Imagen de uno de los relieves, planteado como ensayo, durante el proceso de descere mediante agua hirviendo.. Derecha: Autoclave vertical modelo LX-90.

En lo referente al descere por inmersión directa en agua hirviendo, sus ventajas e inconveniente son muy similares al trabajo con una licuadora u autoclave, pero con diferencias sustanciales si atendemos a la tecnología implicada.

Se trata igualmente de un proceso de descerado sin humos. Las emisiones se reducen a vapor de agua, inevitable al entrar en ebullición. Durante el descerado no es necesario un sistema de extracción localizado en el foco, por el contrario durante el sinterizado de las cáscaras puede ser necesaria su presencia o una buena ventilación natural, en el caso de que se mantengan restos de cera por eliminar. Éstos suelen ser consecuencia del modo de extraer los moldes refractarios del agua, pues esta puede tener aún cera suspendida en superficie. La presencia de fibras –sintéticas o naturales- en el último rebozado cerámico, aumenta las posibilidades de que éste se llene de cera. Hay varias posibilidades en torno al diseño del depósito de agua para evitar esa situación. Una solución sencilla es dar a las matrices un segundo baño, esta vez en un recipiente de agua hirviendo limpia. Aunque, también hay que decir que la película de cera de la que puede impregnarse el molde en el proceso es mínima.

Extracción localizada durante la eliminación de modelos en poliestireno expandido.

El humo producido durante la combustión del poliestireno (PE) es abundante, bastante molesto y muy tóxico. Al trabajar con modelos gasificables tenemos que estar bien equipados en materia de gases y humos tóxicos. Recomendamos el uso de mascarilla durante la fase de trabajo en la creación del modelo y la eliminación del mismo, ya sea con fuego o mediante productos químicos como la acetona.

Si se trata de eliminar el modelo en poliestireno mediante procedimiento en frío con acetona, hemos de tener en cuenta la toxicidad de los vapores emitidos, tanto por el disolvente como por el PE durante su descomposición.

- Esta operación ha de llevarse a cabo en espacios ventilados y con el equipo EPI adecuado.
- En el caso de que se realice en el interior de un taller, es necesario disponer de una zona equipada con el sistema de extracción apropiado. Podría contarse con una mesa provista de campana extractora, similar a la empleada en el descerado con llama directa. En cualquier caso, no está de más disponer de mascarilla protectora.

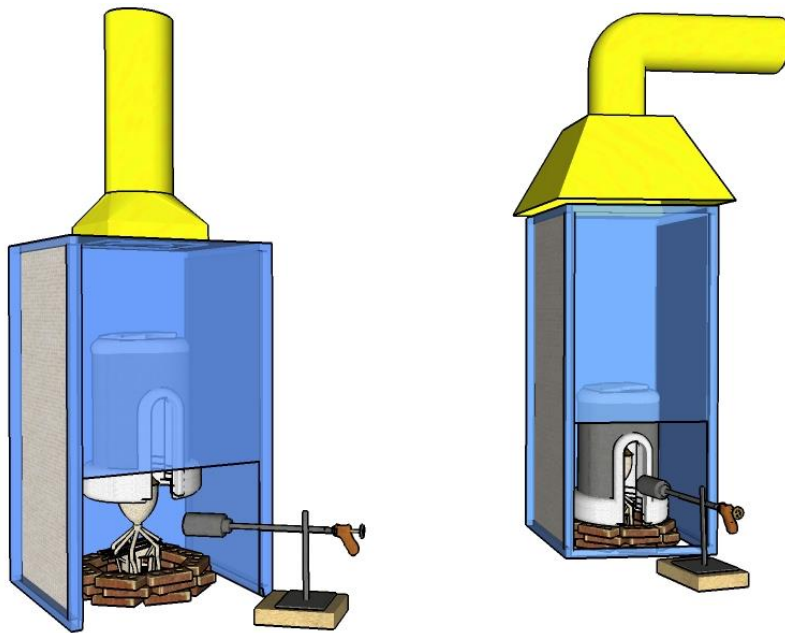
La eliminación de un modelo de PE en frío no afecta a las cualidades físicas del molde cerámico, sin bien obviamente no lo sinteriza. Es necesario someter posteriormente el molde a cocción, y con ello se eliminarán también los restos residuales de poliestireno por lo que se ha de contar con un sistema de extracción.

5.1.3.3.4. Extracción localizada durante la fusión del metal.

La cantidad de humo emitido durante la fusión de metales no férricos, como el bronce o el latón, son considerablemente menores que las producidas durante el descerado y cocción de moldes refractarios. La velocidad de captura por parte del sistema de extracción localizado puede ser menor en ese sentido. Sin embargo, entre los contaminantes producidos durante este proceso encontramos dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, etc., sustancias tóxicas ante las cuales se han de tomar medidas si la actividad termina siendo continua en el taller.

El combustible o fuente de energía y el tipo de horno, también en esta fase, son elementos determinantes en la naturaleza del contaminante. Por lo general, suele aislarse al horno de fusión del resto de taller diseñando un espacio adaptado a esta fase y equipado con sistema de extracción localizada fijo. El elemento de captación se sitúa muy próximo al equipo, cerca de la boca del horno, para absorber las emisiones pero respetando el espacio de trabajo del escultor y procurándose que éste no interfiera en sus movimientos durante la actividad.

Es muy importante que los diferentes elementos que integran todo el circuito de ventilación y extracción de humos sean capaces de soportar las temperaturas inherentes a la actividad. La campana y los primeros tramos del conducto serán los primeros en recibir el impacto térmico proveniente del horno y han de estar fabricados en un material que soporte bien ese calor. Debemos de tener cuidado con algunas estructuras o conductos metálicos, pues aunque cumplen con lo que acabamos de señalar, pueden calentarse bastante y convertirse en un peligro para el escultor. Es conveniente contar con piezas fabricadas con un revestimiento de material aislante o, en su defecto, cubrir personalmente con éste aquellas partes del sistema de extracción que puedan suponer un riesgo para el artista una vez esté operando.



92. 93. Reconstrucción digital de dos posibles diseños para la captación de gases y humos a modo de cabina extractoras durante el proceso de fundición con Crisol Fusible.

En algunas versiones técnicas, como en el caso de la fundición artística con crisol fusible, donde el escultor no ha de intervenir durante la fusión y colada del metal, es posible plantear un sistema de ventilación que encierre casi por completo el foco contaminante, en la medida que la combustión y su correcto funcionamiento se lo permita. El horno puede situarse en el interior de una cabina -aislada adecuadamente para procesos térmicos- que sea compatible con permita la combustión y el funcionamiento óptimo del quemador, captándose el contaminante por la parte superior de la cabina. Este posicionamiento del conducto de succión permitiría aprovechar la fuerza ascendente generada por el horno, optimizando de este modo la capacidad de extracción del sistema.

Si se trata de fundir con crisol convencional, el escultor manipula y lleva a cabo la colada, por tanto el sistema de extracción ha de respetar el espacio necesario para maniobrar sin dificultades. Es preferible recurrir a una campana exenta antes que a una cabina que pueda dificultar los movimientos del artista. Otra opción podría ser disponer de un espacio cerrado de captación pero móvil. Una cabina que durante el calentamiento del metal, se encuentre rodeando al foco contaminante y que pueda ser retirada para dejar espacio al escultor cuando éste lo precise o en el momento de la colada.

5.1.3.4. Evaluación en base al lugar, fuente de energía y equipos técnicos, añadiendo el tratamiento de gases y humos oportuno.

Llegados a este punto, realizaremos una nueva evaluación, concisa y visual, para sopesar la instalación de uno u otro sistema de ventilación con el que resolver la evacuación adecuada de gases y humos -así como otras emisiones contaminantes- del taller. Partimos de los tipos de edificación considerados comunes a esta actividad y se tienen en cuenta factores determinantes -analizados con anterioridad- como la fuente energética o los diferentes equipos de trabajo a disposición del escultor.










TIPO DE VENTILACIÓN					
	CAMPANA EXTRACCIÓN EXENTA		CAMPANA FLEXIBLE		TIRO NATURAL CHIMENEA
	CABINA EXTRACCIÓN		VENTILACIÓN GENERAL		VENTILACIÓN NATURAL INTERIOR
	BANCO TRABAJO EXTRACCIÓN REJILLAS		VENTILACIÓN NATURAL AL EXTERIOR		REJILLA VENTILACIÓN PARA GASES

Tabla 41.

TIPO DE EDIFICACIÓN	
	
PARCELA SIN EDIFICAR / PARCELA + EDIFICACIÓN EN PRECARIO	
COMBUSTIBLE SÓLIDO EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN	
	
OBSERVACIONES:	
<p>PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS: Es poco frecuente realizar esta parte del proceso en fundición en este tipo de espacios. Estos suelen ser espacios de trabajo alternativos o para llevar a cabo actividades puntuales. En el mejor de los casos, se dispondrá de una construcción o edificación en precario donde realizar los modelos en cera, entonces el espacio ha de estar bien ventilado. Se aconseja trabajar los modelos en cera cerca de una ventana. De todas formas, aunque viable, los combustibles sólidos no son la fuente de energía común y aconsejable para esta parte del proceso.</p> <p>ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio edificado lo mejor es tenerlo bien ventilado. Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, al exterior o en el interior de la edificación en precario se ha de incluir la chimenea en su diseño y controlar o direccionar la salida de humos. Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede convertirse en una opción viable e inocua. Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.</p> <p>FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio edificado lo mejor es tenerlo bien ventilado. En espacios de interior puede construirse un horno de obra para fusión de metales con chimenea con tiro natural, pero requiere de aire forzado.</p>	

Al exterior puede optarse por un horno de hoyo, el cual requiere de aire forzado.
Si se requiere de un lecho de colada, éste ha de estar localizado igualmente en un espacio bien ventilado.
Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere otras fuentes de energía.

COMBUSTIBLE LÍQUIDO
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN



OBSERVACIONES:

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS: Es poco frecuente realizar esta fase de trabajo en este tipo de espacios. Suelen consistir en zonas de trabajo alternativos o para actividades puntuales.

En el mejor de los casos se dispondrá de una construcción o edificación en precario donde realizar los modelos en cera. Se aconseja trabajar los modelos en cera junto a de una ventana. Aun así los combustibles líquidos no son los más viables para este tipo de actividades.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior lo mejor es tenerlo bien ventilado.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, al exterior o en interior, se ha de incluir una chimenea adecuada en su diseño y controlar o direccionar la salida de humos.

Si se opta por adquirir un equipo homologado se ha de conectar debidamente el horno al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra para fusión de metales, en cuyo diseño se incluirá una chimenea con tiro natural conectada al exterior.

Si es necesario un lecho de colada, éste ha de estar en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.

Este tipo de combustibles produce considerables emisiones de humo por lo que no es muy recomendable en interiores mal ventilados, En esta tipología de localización, la instalación de un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.

con tiro natural.
Si se requiere de un lecho de colada, ha de emplazarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.
Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.

ELECTRICIDAD	
- EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
	     
SISTEMA DE EXTRACCIÓN	
       	

Tabla 42.

TIPO DE EDIFICACIÓN	
	
EDIFICACIÓN AISLADA / EDIFICACIÓN AISLADA + ANEXO	
COMBUSTIBLES SÓLIDOS	
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
      	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y VENTILACIÓN	

**OBSERVACIONES:****PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:**

Esta fase de trabajo es habitual llevarla a cabo en el interior del taller o en espacios semi-abiertos.

En interior se aconseja trabajar los modelos en cera cerca de una ventana, con la posibilidad de disponer de un sistema flexible de extracción localizada o si fuese posible un banco de trabajo con extracción localizada de rejilla integrado en su diseño.

Aun así, aunque viable, los combustibles sólidos no son la fuente de energía común y aconsejable para esta parte del proceso.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se opta por un descerado-cocción en hoguera lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo y mortero refractario, al exterior o en el interior de la edificación en precario se ha de incluirse en su diseño una chimenea con la que controlar o direccionar la salida de humos.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede constituir una opción viable e inocua.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio edificado lo mejor es tenerlo bien ventilado.

Si se opta por un horno de hoyo ha de excavar en el exterior del taller y requiere de aire forzado.

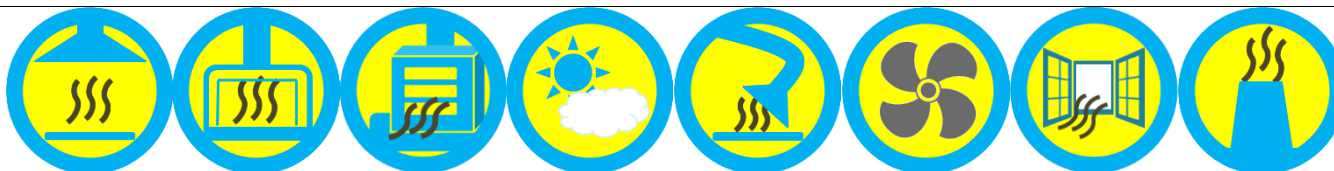
En espacios de interior puede construirse un horno de fusión con ladrillo y mortero refractarios, con un sistema de extracción localizado tipo cabina o en su defecto una extracción localizada por campana.

Si se requiere de un lecho de colada, ha de plantarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN

**OBSERVACIONES:****PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:**

En espacios de interior se aconseja trabajar los modelos en cera cerca de una ventana. Aun así, los combustibles líquidos no son los más adecuados para este tipo de trabajos.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior lo mejor es tenerlo bien ventilado.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, al exterior o en interior, ha de incluirse en su diseño una chimenea adecuada y controlar o direccionar la salida de humos.

Si se opta por adquirir un equipo homologado ha de conectarse debidamente al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Es muy aconsejable instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra para fusión de metales, en cuyo diseño se incluirá una chimenea con tiro natural o forzado y salida al exterior.

Si es necesario un lecho de colada, ha de emplazarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible– que no dificulte la operación pero sea efectivo.

Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo por lo que no es muy recomendable en interiores mal ventilados o sin un sistema de extracción mecánica adecuado.

GAS**EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL****SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN**

**OBSERVACIONES:****PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:**

Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas razón por la que se aconseja trabajar los modelos en cera próximos a una ventana y si se puede disponer de un banco de trabajo con extracción localizada tipo rejilla mucho mejor. También, resultaría apropiado un sistema de captación de humos con campana y conducto flexible.

En última instancia un ventilador que desplace las emisiones de humo de la zona de incidencia con el escultor mientras trabaja.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre.

Si se dispone de un espacio cerrado donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, o una campana de descere por choque térmico, en un espacio de interior, se puede instalar una campana a modo de chimenea para direccionar la salida de humos al exterior -aunque sea con tiro no forzado-.

Si se opta por comprar un equipo homologado se ha de conectar debidamente el horno al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede constituirse en una opción viable e inocua.

Las autoclaves o licuadoras son equipos inocuos.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO: Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio interior donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra, o de manta, para la fusión de metales e instalar una campana a modo de chimenea con tiro natural.

Si es necesario un lecho de colada, ha de emplazarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada -bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

ELECTRICIDAD**EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL**



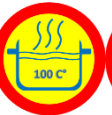


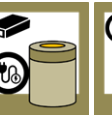
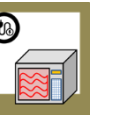








      
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN
       
OBSERVACIONES: <p>Es la fuente de energía más limpia. Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.</p> <p><u>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:</u> Suele ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos como es un apartamento. La cabina de extracción es una buena opción al trabajar, por ejemplo con hornillos eléctricos.</p> <p><u>COCCIÓN, DESCERADO O SINTERIZADO DE MOLDES:</u> Si se opta por la opción de descere-cocción mediante mufla, del tipo que se emplea para cerámica, se ha de conectar al circuito de ventilación para el tratamiento y eliminación apropiado de los humos y gases producidos durante la actividad. Puede plantearse la inclusión de una campana localizada en la salida de humos de la mufla. Las autoclaves o licuadoras son equipos prácticamente inocuos, así como el descerado de cáscara cerámica por microondas o mediante inmersión en agua hirviendo.</p> <p><u>FUSIÓN Y COLADA DE METAL:</u> Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado. Si se opta por un horno de ladrillo refractario eléctrico, puede plantearse un sistema de extracción localizada tipo cabina o en su defecto tipo campana sobre la boca del horno. Si se requiere de un lecho de colada, ha de emplazarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.</p>

Tabla 43.

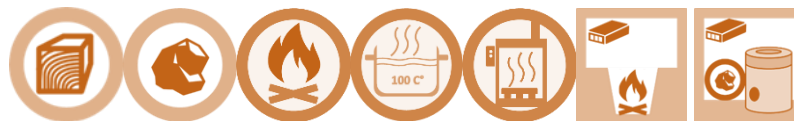
TIPO DE EDIFICACIÓN



EDIFICACIÓN ADOSADA

COMBUSTIBLES SÓLIDOS

-EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:

Esta fase de trabajo es habitual llevarla a cabo en el interior del taller o en espacios semi-abiertos.

En interior se aconseja trabajar los modelos en cera próximo a una ventana, con la posibilidad de disponer de un sistema flexible de extracción localizada, o si fuese posible un banco de trabajo con extracción localizada de rejilla integrado en su diseño.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se opta por un descerado-cocción en hoguera, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, lo cual depende mucho del tipo de edificación y si tiene patio o terraza para trabajar con estos combustibles.

Si se decide construir un horno de descerado-cocción con ladrillo y mortero refractario, al exterior o en el interior de la edificación en precario, ha de incluirse en su diseño una chimenea con la que controlar o direccionar la salida de humos.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede constituir una opción viable e inocua.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre -vuelve a depender de patios y terrazas disponibles-.

Para un horno de hoyo ha de contarse con un espacio de terreno apropiado.

En espacios de interior puede construirse un horno de fusión con ladrillo y mortero refractario, o manta cerámica, con un sistema de extracción localizado tipo cabina o en su defecto una extracción localizada por campana.

Si se requiere de un lecho de colada, ha de emplearse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.

En líneas generales trabajar en este modelo de edificación con combustibles sólidos es complejo y poco recomendable

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS
-EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:

En espacios de interior se aconseja trabajar los modelos en cera próximo de una ventana. Aun así los combustibles líquidos no son los más viables para este tipo de trabajos.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior es recomendable tenerlo bien ventilado.

Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo por lo que no es muy aconsejable en interiores mal ventilados, siendo conveniente disponer de un sistema de extracción localizado con ventilación forzada adecuado.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, al exterior o en interior, ha de incluirse en su diseño una chimenea adecuada y controlar o direccionar la salida de humos.

Si se opta por adquirir un equipo homologado, éste se ha de conectar debidamente al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Es muy aconsejable instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra para fusión de metales, en cuyo diseño se incluirá una chimenea con tiro natural o forzado con salida al exterior.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.

Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo por lo no es muy recomendable en interiores mal ventilados, e instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.

GAS
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:

Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas por lo que se aconseja trabajar los modelos en cera próximo a una ventana y si se puede disponer de un banco de trabajo con extracción localizada tipo rejilla mucho mejor.

También resultaría apropiado un sistema de captación de humos con campana y conducto flexible.

En última instancia un ventilador que retire las emisiones de humo de la zona de influencia del escultor mientras trabaja.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se dispone de un espacio cerrado donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, o una campana de descere por choque térmico, en un espacio de interior, se puede instalar una campana a modo de chimenea para direccionar la salida de humos al exterior -aunque sea con tiro no forzado-. Aun así, estos sistemas de descerado-cocción mejor llevarlos a cabo en el exterior si se dispone de patios o terraza privada.

Si se opta por adquirir un equipo homologado se ha de conectar debidamente el horno al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede constituir una opción viable e inocua.

Las autoclaves o licuadoras son equipos inocuos igualmente.

Es muy aconsejable instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada, lo que requiere del uso de otra fuente de energía.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

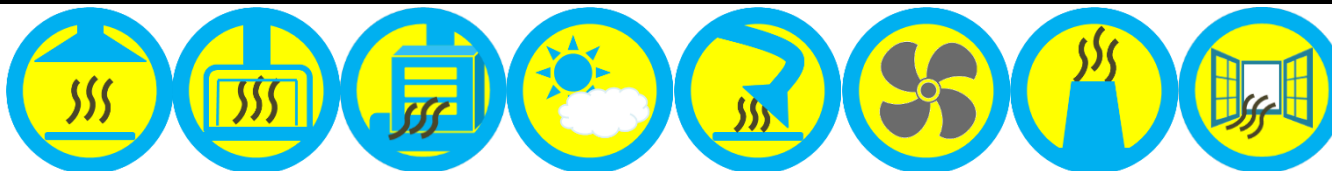
Como hemos expresado, las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra, o de manta, para la fusión de metales e instalar una campana a modo de chimenea con tiro natural.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

ELECTRICIDAD**EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL****SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN****OBSERVACIONES:**

Es la fuente de energía más limpia.

Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.

CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:

Es una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

La cabina de extracción es una buena opción al trabajar por ejemplo con hornillos eléctricos.

Un banco de trabajo con sistema de extracción localizado sería una buena opción. En última instancia, un ventilador que aleje de la zona de influencia del escultor las emisiones de humo, por ejemplo, producidos durante el trabajo con ceras o poliestireno.

COCCIÓN, DESCERADO O SINTERIZADO DE MOLDES:

Si se opta por un proceso de descere-cocción mediante una mufla de la tipología usada en cerámica ha de conectarse al circuito de ventilación para el tratamiento y eliminación apropiado de los humos y gases producidos durante la actividad. Puede tratarse de la inclusión de una campana localizada en la salida de humos de la mufla.

Las autoclaves o licuadoras son equipos prácticamente inocuos, así como el descerado de cáscara cerámica por microondas o inmersión en agua hirviendo.

FUSIÓN Y COLADA DE METAL: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.

Si se opta por un horno de ladrillo refractario eléctrico, puede plantearse un sistema de extracción localizada tipo cabina o en su defecto tipo campana sobre la boca del horno.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Tabla 44.

TIPO DE EDIFICACIÓN

VIVIENDA EN BLOQUE DE PISOS
COMBUSTIBLES SÓLIDOS EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL


Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede convertirse en una opción viable e inocua. Las autoclaves o licuadoras son equipos inocuos igualmente.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere del uso de otra fuente de energía.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Como hemos manifestado, las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra, o de manta, para la fusión de metales e instalar una campana a modo de chimenea con tiro natural o forzado.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible, bien tipo cabina- que no dificulte la operación pero sea efectiva. Aunque este tipo de espacios es muy reducido para la colada de muchos moldes al unísono.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

ELECTRICIDAD

EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

Es la fuente de energía más limpia.

Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.

CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:

Es una fuente de energía habitual en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

La cabina de extracción es una buena opción al trabajar con hornillos eléctricos, por ejemplo,

Un banco de trabajo con sistema de extracción localizado sería muy apropiado, o una extracción por campana de conducto flexible. En última instancia, un ventilador que aleje de la zona de influencia del escultor las emisiones de humo, por ejemplo, producidos durante el trabajo con

ceras o poliestireno.

COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:

Si se opta por el descere-cocción por medio de una mufla de las usadas en cerámica, ha de conectarse al circuito de ventilación para el tratamiento y eliminación apropiado de los humos y gases producidos durante la actividad. Puede tratarse de una campana localizada en la salida de humos de la mufla.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de procesos.

Las autoclaves o licuadoras son equipos prácticamente inocuos, así como el descerado de cáscara cerámica por microondas o inmersión en agua hirviendo.

FUSIÓN Y COLADA DE METAL:

Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.

Si se opta por un horno de ladrillo refractario eléctrico, puede plantearse un sistema de extracción localizada tipo cabina o en su defecto campana semi-fija sobre la boca del horno.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Tabla 45.

TIPO DE EDIFICACIÓN

UNIFAMILIAR ADOSADA A VARIOS
COMBUSTIBLES SÓLIDOS EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL
      
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN
       
COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN

OBSERVACIONES:
<p>PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS: En espacios de interior se aconseja trabajar los modelos en cera próximo a una ventana. Aun así los combustibles líquidos no son los más adecuados para este tipo de trabajos.</p> <p>ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior lo mejor es tenerlo bien ventilado.</p> <p>Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo por lo que no es muy recomendable en interiores mal ventilados, siendo conveniente disponer de un sistema de extracción localizado con ventilación forzada adecuado.</p> <p>Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, al exterior o en interior, se ha de incluirse en su diseño una chimenea adecuada y controlar o direccionar la salida de humos.</p> <p>Si se opta por adquirir un equipo homologado éste se ha de conectar debidamente al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.</p> <p>Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de procesos, de espacios y de combustible.</p> <p>Es muy aconsejable instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada.</p> <p>FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO: Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.</p> <p>En espacios de interior puede construirse un horno de obra para fusión de metales, en cuyo diseño se incluirá una chimenea con tiro natural o forzado con salida al exterior.</p> <p>Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.</p> <p>Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo por lo que no es muy recomendable en interiores mal ventilados, e instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.</p>

GAS
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN

**OBSERVACIONES:**

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:

Son una fuente de energía habitual en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas por lo que se aconseja trabajar los modelos en cera próximos a una ventana y si se puede disponer de un banco de trabajo con extracción localizada tipo rejilla mucho mejor.

También resultaría apropiado un sistema de captación de humos con campana y conducto flexible.

En última instancia un ventilador que retire las emisiones de humo de la zona de influencia del escultor mientras trabaja.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se dispone de un espacio cerrado donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, o una campana de descere por choque térmico, en un espacio de interior, se puede instalar una campana a modo de chimenea para direccionar la salida de humos al exterior -aunque sea con tiro no forzado-. Aun así estos sistemas de descerado-cocción mejor llevarlos a cabo en el exterior si se dispone de patios o terraza privada.

Si se opta por adquirir un equipo homologado se ha de conectar debidamente el horno al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de procesos y espacios.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede suponer una opción viable e inocua.

Las autoclaves o licuadoras son equipos inocuos igualmente.

Es muy aconsejable instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada, lo que requiere del uso de otra fuente de energía.

FUSIÓN Y COLÁDA DEL METAL FUNDIDO:

Como venimos manifestando, las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad. Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

En espacios de interior puede construirse un horno de ladrillo y mortero refractarios, o de manta, para la fusión de metales e instalar una campana a modo de chimenea con tiro natural o forzado.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible, bien tipo cabina- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

GAS

EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

Es la fuente de energía más limpia.

Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.

CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:

Son una fuente de energía habitual en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

La cabina de extracción es una buena opción al trabajar con hornillos eléctricos, por ejemplo,

Un banco de trabajo con sistema de extracción localizado sería muy apropiado, o una extracción por campana de conducto flexible. En última instancia, un ventilador que aleje de la zona de influencia del escultor las emisiones de humo, por ejemplo, producidos durante el trabajo con ceras o poliestireno.

COCCIÓN, DESCERADO...DE MOLDES:

Si se opta el descere-cocción por medio de una mufla de las usadas en cerámica, ha de conectarse al circuito de ventilación para el tratamiento y eliminación apropiado de los humos y gases producidos durante la actividad. Puede tratarse de una campana localizada en la salida de humos de la mufla.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de procesos.

Las autoclaves o licuadoras son equipos prácticamente inocuos, así como el descerado de cáscara cerámica por microondas o inmersión en agua hirviendo.

FUSIÓN Y COLADA DE METAL:

Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.

Si se opta por un horno de ladrillo refractario eléctrico, puede plantearse un sistema de extracción localizada tipo cabina o en su defecto campana semi-fija sobre la boca del horno.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Tabla 46.

TIPO DE EDIFICACIÓN	
	
NAVE	
COMBUSTIBLES SÓLIDO	
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
      	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN	
       	
OBSERVACIONES:	
<u>PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:</u> Esta fase de trabajo es habitual llevarla a cabo en el interior del taller o en espacios semi-abiertos.	

En interior se aconseja trabajar los modelos cerca de una ventana, con la posibilidad de disponer de un sistema flexible de extracción localizada o si fuese posible un banco de trabajo con extracción localizada de rejilla integrado en su diseño.

De todas formas, aunque son viables, los combustibles sólidos no son la fuente de energía común y aconsejable para esta parte del proceso.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se opta por un descerado-cocción en hoguera lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo y mortero refractario, al exterior o en el interior de la edificación ha de incluirse en su diseño una chimenea con la que controlar o direccionar la salida de humos.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de combustible.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede constituir una opción viable e inocua.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio edificado es aconsejable tenerlo bien ventilado.

Si se opta por un horno de hoyo ha de construirse en el exterior del taller y requiere de aire forzado.

En espacios de interior puede construirse un horno de fusión con ladrillo y mortero refractarios –que también requiere de aire forzado con un sistema de extracción localizado tipo cabina o en su defecto una extracción localizada por campana.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:

En espacios de interior se aconseja trabajar los modelos en cera próximo a una ventana. Aun así los combustibles líquidos no son los más idóneos para este tipo de trabajos.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Lo más apropiado es llevar a cabo este proceso al aire libre, aunque si ha de ser en un espacio de interior lo mejor es tenerlo bien ventilado. Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo con lo no es muy recomendable en interiores mal ventilados, siendo conveniente disponer de un sistema de extracción localizado con ventilación forzada adecuado.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo refractario, al exterior o en interior, se ha de incluirse en su diseño una chimenea adecuada y controlar o direccionar la salida de humos.

Si se opta por comprar un equipo homologado éste se ha de conectar debidamente al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Sería necesario en cualquier caso contar con un sistema de extracción localizado con ventilación forzada.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de combustible.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

En espacios de interior -o exterior- puede construirse un horno de obra para fusión de metales, en cuyo diseño se incluirá una chimenea con tiro natural o forzado con salida al exterior.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectivo.

Este tipo de combustibles produce bastantes emisiones de humo con lo no es muy recomendable en interiores mal ventilados, e instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de un generador.

GAS

EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN



OBSERVACIONES:

PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:

Son una fuente de energía habitual en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas por lo que se aconseja trabajar los modelos en cera próximos a una

ventana y si se puede disponer de un banco de trabajo con extracción localizada tipo rejilla mucho mejor.

También resultaría apropiado un sistema de captación de humos con campana y conducto flexible.

En última instancia un ventilador que retire las emisiones de humo de la zona de influencia del escultor mientras trabaja.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se dispone de un espacio cerrado donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo y mortero refractario, o una campana de descere por choque térmico, en un espacio de interior, se puede instalar una campana a modo de chimenea para direccionar la salida de humos al exterior -aunque sea con tiro no forzado-.

Para la campana de descere por choque térmico incluso sería más apropiado una extracción tipo cabina. Aun así estos sistemas de descerado-cocción mejor llevarlos a cabo en el exterior si se dispone de patios o terraza privada.

Si se opta por adquirir un equipo homologado se ha de conectar debidamente el horno al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de procesos.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, mediante un descerado-sinterizado con llama directa ha de contarse con una mesa de trabajo para esta fase que incluya campana extractora. O desarrollar la actividad al aire libre.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede convertirse en una opción viable e inocua.

Las autoclaves o licuadoras son equipos inocuos igualmente

Es muy aconsejable instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada, lo que requiere del uso de otra fuente de energía.

FUSIÓN Y COLADA DEL METAL FUNDIDO:

Como ya hemos expresado, las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se dispone de un espacio de interior donde trabajar ha de permanecer bien ventilado durante la actividad.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra, o de manta, para la fusión de metales e instalar una campana a modo de chimenea con tiro natural.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada -bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

ELECTRICIDAD

EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL



SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN

**OBSERVACIONES:**

Es la fuente de energía más limpia.

Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.

CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN:

Suelen ser una fuente de energía habitual en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

La cabina de extracción es una buena opción al trabajar con hornillos eléctricos, por ejemplo,

Un banco de trabajo con sistema de extracción localizado sería muy apropiado, o una extracción por campana de conducto flexible. En última instancia, un ventilador que aleje de la zona de respiración del escultor las emisiones de humo, por ejemplo, producidos durante el trabajo con ceras o poliestireno.

COCCIÓN, DESCERADO O SINTERIZADO DE MOLDES:

el descere-cocción por medio de una mufla de las usadas en cerámica, ha de conectarse al circuito de ventilación para el tratamiento y eliminación apropiado de los humos y gases producidos durante la actividad. Puede tratarse de una campana localizada en la salida de humos de la mufla.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de procesos.

Las autoclaves o licuadoras son equipos prácticamente inocuos, así como el descerado de cáscara cerámica por microondas o inmersión en agua hirviendo.


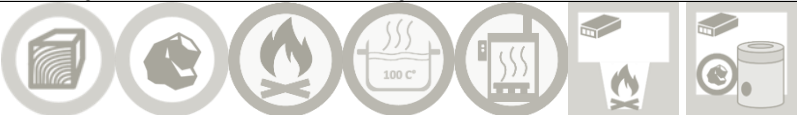




FUSIÓN Y COLADA DE METAL:

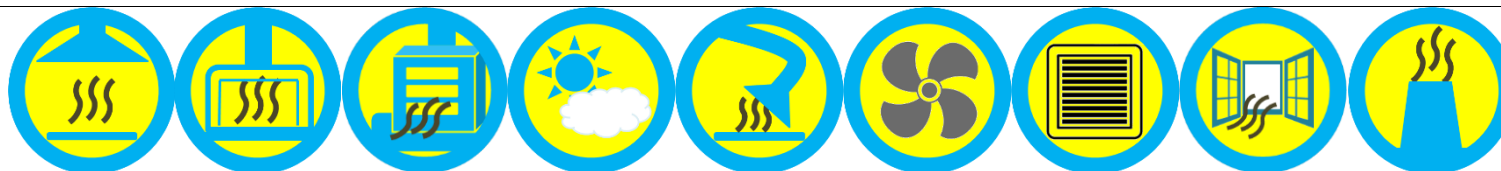
Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado.

Si se opta por un horno de ladrillo refractario eléctrico, puede plantearse un sistema de extracción localizada tipo cabina o en su defecto campana semi-fija sobre la boca del horno.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Tabla 47.

TIPO DE EDIFICACIÓN	
	
LOCAL	
COMBUSTIBLES SÓLIDOS EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN	
	
COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN	
	
GAS EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN	

**OBSERVACIONES:****PREPARACIÓN Y TRABAJO CON CERAS:**

Suelen ser una fuente de energía común en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos.

Las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas por lo que se aconseja trabajar los modelos en cera próximo a una ventana y si se puede disponer de un banco de trabajo con extracción localizada tipo rejilla mucho mejor. En este sentido tal vez sea más apropiado un sistema de captación de humos con campana y conducto flexible.

En última instancia un ventilador que retire las emisiones de humo de la zona de influencia del escultor mientras trabaja.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes pues el gas es más denso que el aire y tiende a acumularse a baja altura.

ELIMINACIÓN DEL MODELO EN CERA:

Si se decide construir un horno de descerado con ladrillo y mortero refractario en un espacio de interior como este, se puede instalar una campana a modo de chimenea para direccionar la salida de humos al exterior –mejor con tiro forzado-. Aun así estos sistemas de descerado-cocción mejor llevarlos a cabo en el exterior si se dispone de patio o terraza privada. De todas formas el descerado-cocción de moldes de chamota y similares en este modelo de edificación es complicado adecuarle un sistema de ventilación eficiente y adecuado.

Si se opta por adquirir un equipo homologado se ha de conectar debidamente el horno al circuito de ventilación para el tratamiento y expulsión de humos y gases.

Los filtros son un elemento casi indispensable en los circuitos de ventilación propios de este tipo de espacios.

Si se trabaja con moldes de cáscara cerámica, el descerado por inmersión en agua hirviendo puede convertirse en una opción viable e inocua.

Las autoclaves o licuadoras son equipos inocuos igualmente.

Se precisa de extracción localizado con ventilación forzada, por lo que se ha de contar con otra fuente de energía.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.

FUSIÓN Y COLADA**DEL METAL FUNDIDO:**

Como venimos manifestando, las acumulaciones de gas en espacios cerrados pueden ser muy peligrosas, lo más apropiado es realizar esta fase del proceso al aire libre, aunque si se ha de realizar en un espacio de interior procurar una buena ventilado durante la actividad.

En espacios de interior puede construirse un horno de obra –no fijo y más bien versátil-, o de manta, para la fusión de metales e instalar una campana a modo de chimenea con tiro natural.

Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.

Instalar un sistema de extracción localizado con ventilación forzada requiere de otras fuentes de energía.

Las rejillas de ventilación a nivel del suelo son importantes.


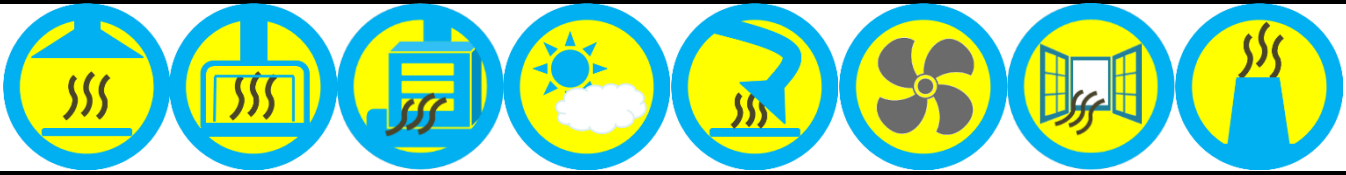
ELECTRICIDAD	
EQUIPO PARA DESCERADO - EQUIPO PARA FUSIÓN DE METAL	
	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN	
	
OBSERVACIONES: <p>Es la fuente de energía más limpia. Se puede recurrir a ella para cualquier fase de trabajo en fundición artística.</p> <p>CREACIÓN MODELOS DE FUNDICIÓN: Suelen ser una fuente de energía habitual en esta fase de trabajo. Existen equipos versátiles, económicos, fáciles de transportar y que pueden usarse en espacios reducidos. La cabina de extracción es una buena opción al trabajar con hornillos eléctricos, por ejemplo, Un banco de trabajo con sistema de extracción localizado sería muy apropiado, o una extracción por campana de conducto flexible. En última instancia, un ventilador que aleje de la zona de influencia del escultor las emisiones de humo, por ejemplo, producidos durante el trabajo con ceras o poliestireno.</p> <p>COCCIÓN, DESCERADO O SINTERIZADO DE MOLDES: Si se opta por el descere-cocción por medio de una mufla de las usadas en cerámica, ha de conectarse al circuito de ventilación para el tratamiento y eliminación apropiado de los humos y gases producidos durante la actividad. Puede tratarse de una campana localizada en la salida de humos de la mufla. Las autoclaves o licuadoras son equipos prácticamente inocuos, así como el descerado de cáscara cerámica por microondas o inmersión en agua hirviendo.</p> <p>FUSIÓN Y COLADA DE METAL: Es una fuente de energía viable en esta fase de trabajo sin necesidad de disponer de aire forzado. Si se opta por un horno de ladrillo refractario eléctrico, puede plantearse un sistema de extracción localizada tipo cabina o en su defecto campana semi-fija sobre la boca del horno. Si es necesario un lecho de colada, ha de situarse en un espacio bien ventilado o disponer de un sistema de extracción localizada –bien por campana fija o flexible- que no dificulte la operación pero sea efectiva.</p>	

Tabla 48.

5.1.4. Aislamiento.

Al proyectar un espacio de trabajo que alberga un conjunto de técnicas tan amplio y diverso es apropiado abordar aspectos básicos en materia de aislamiento. Se trata de controlar algunos agentes de riesgo como el ruido, la emisión descontrolada de partículas o, de un modo especial, las radiaciones producidas por las altas temperaturas. Por supuesto, son el Estado, las Comunidades Autónomas, el Plan General de Urbanismo de cada provincia y las ordenanzas municipales quienes regulan las actuaciones legales de control, prevención o mitigación de este tipo de riesgos. En esta materia, a lo largo de la investigación vamos conociendo la filosofía de estos documentos. El escultor ha de considerar seriamente los puntos que a continuación se analizan, pues son criterios necesarios desde el primer momento al integrar en un espacio de taller los equipos y medios demandados por la fundición artística. Equipos, recuérdense, tan importantes para esta actividad como los hornos de cocción o fusión.

5.1.4.1. Aislamiento sonoro.

La actividad escultórica no es precisamente silenciosa. Más bien el ruido llega a ser una seña de identidad para este tipo de lugares, como bien dice Ángel González García, puede incluso parecer que los sonidos del taller de un escultor no llegan a desaparecer realmente nunca, ni siquiera cuando es abandonado¹⁰⁶. En plena actividad escultórica –sobre todo usando herramientas u equipos eléctricos- es inevitable hacer ruido, sin embargo es positivo reducir su emisión -o al menos hacerlo en un horario pertinente-. El escultor ha de hacer lo que esté en su mano en ese sentido, no solo por el impacto que crea sobre el lugar de ubicación del taller, sino también por las repercusiones que conlleva para sí mismo trabajar prolongadamente con altos niveles de ruido. Debe informarse en las fichas técnicas de los productos o utensilios, de los decibelios estimados para cada uno de ellos, y ser consciente de las consecuencias de su utilización antes de su adquisición. Son tal vez, las primeras medidas hacia un control de las emisiones de ruido que puede producir el taller. Una vez adquirida la herramienta, son las condiciones del espacio de trabajo y las medidas individuales de seguridad las que permiten paliar la consecuencias y que el escultor no esté tan expuesto al ruido.

En el siguiente fragmento de tabla, extraído de la Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla¹⁰⁷, se muestran los niveles sonoros permisibles para algunas actividades. Se trata de una selección, pero pueden leerse algunas actividades afines al taller de escultor, como por ejemplo el *taller de producción*

¹⁰⁶ GONZÁLEZ GARCÍA, Ángel. La zanja luminosa. En: *¿Qué es la escultura moderna? Del objeto a la arquitectura*. Madrid: Edita Fundación Cultural MAPFRE Vida, 2003, p. 75.

¹⁰⁷ España. Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla, 29 de octubre de 2014, núm. 251, p. 71.

pequeña que podríamos considerar el ítem más apropiado en el que incluir la fundición artística:

NIVELES SONOROS PERMISIBLES SEGÚN LA ACTIVIDAD	
A) Actividades productivas	Nivel sonoro base (dBA)
Producción de piezas en serie	88
Obradores en general (panadería, confitería, etc)	87
Taller de producción pequeña	84
Taller artesanal de manualidades o similar (sin maquinaria)	73
Taller calderería	90
Taller carpintería metálica acero-Herrería	97
Taller carpintería metálica aluminio	98
Taller chapistería	96
Taller carpintería madera	94
Taller protésico dental	81
...	

Tabla 49.

Este mismo documento puntualiza en su artículo veintiocho, dos reglas básicas en materia de contaminación acústica; en primer lugar reconoce como norma *general para el desarrollo de cualquier actividad, acto o comportamiento el actuar en base a la lógica cívica* que se espera de una comunidad de vecinos, *manteniendo una actitud dentro de los límites de la buena convivencia ciudadana y del respeto a los demás*; y en segundo lugar, establece el horario pertinente para llevar a cabo *obras y trabajos en los que se utilice herramientas o utensilios que puedan causar molestias por ruido, entre 08:00 a 15:00 y de 17:00 a 21:00 h, en días laborables y entre 9:00 a 15:00 y 17:00 a 19:00 h, en sábados y festivos*¹⁰⁸.

Sentido común también fue la regla básica e imprescindible mencionada por el Profesor Dr. D. Joan Valle de la Facultad de BB. AA. de Barcelona cuando lo visitamos en 2014 y tuvimos la oportunidad de entrevistarle:

Joan Valle: (...) Que tenga lógica... Todas las medidas preventivas son necesarias, en buena lógica. Sabemos que, cuando operamos de forma creativa, nos ciega ese impulso, y que a veces no seguimos esas normas. Y yo me remito a lo que te he comentado antes, los hábitos tienen que estar integrados, es decir, tienes que ir convirtiéndote en un profesional de los procesos de manera que cuando actúes lo hagas con serenidad y sentido común y entonces se resuelva la cosa correctamente... Ahora, si tú formas una empresa, estás sometido a la ley... pues es otra cosa. Si tú estás en un taller, tienes también todos unos imperativos, si el taller está en una comunidad de vecinos tienes que cumplir todas las normas. ¿El taller dónde está?, ésa es una pregunta, si tú estás en una masía, independiente, la masía es tuya, no hay riesgo ninguno para los vecinos, no tienes que estar solo, aislado, pues bueno, estás más libre. Si no, tienes todas las normas que cumplir, por lógica, ¿no?

Andrés Jesús Naranjo: ¿Entonces son ya más normas de convivencia que de prevención de riesgos laborales?

¹⁰⁸ Ibídem. p. 33.

Joan Valle: Exacto, estás con una comunidad de vecinos y no puedes poner propano libremente, aunque lo necesites para hacer tu trabajo, tienes que cumplir las normas que te manda la empresa distribuidora y cuenta estas cosas que ya sabemos y que ya comentará. O si vas a usar la oxiacetilénica, por ejemplo... O sea, te limita el hecho de estar en una comunidad, que sean unos bajos te limita, el pensar que tú tienes una familia arriba, aunque no sea una comunidad, pero tienes una familia y eres responsable (...). En fin, somos seres sociales y vivimos en sociedad, ¿no? Incluso pensando en el individuo artista, solo, aislado, incluso hay que pensar que somos seres sociales, que no tenemos derecho a hacernos daño. Porque eso repercute.¹⁰⁹

Con respecto al horario indicado en la ordenanza, éste suele ser el denominado como periodo diurno, que comprende digamos una jornada habitual matutina de trabajo y parte de la tarde (Ld). Para familiarizarnos, en materia de ruido suelen mencionarse en los documentos relacionados tres franjas horarias:

(Ld). Es un indicador de ruido asociado al día, que puede definirse como el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año, donde al día le corresponden 12 horas, en el período que se extiende desde las 7 horas hasta las 19 horas.

(Le). Es un indicador del nivel sonoro durante la tarde, definido como el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos vespertinos de un año, donde a la tarde le corresponden 4 horas, en el período que se extiende desde las 19 hasta las 23 horas.

(Ln). Los niveles sonoros nocturnos han demostrado ser más molestos para las personas debido a las alteraciones que pueden provocar en el sueño. (Ln) es un indicador del nivel sonoro durante la noche, período especialmente protegido por corresponder habitualmente a horas de descanso, razón por la que los límites máximos del período noche son siempre inferiores a los de los períodos día y tarde. Se define como el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año, donde a la noche le corresponden 8 horas, en el período que se extiende desde las 23 horas hasta las 7 horas.¹¹⁰

Antes de llegar al artículo veintiocho, y relacionar, o limitar mejor dicho, la actividad doméstica ruidosa en horario diurno, se especifica también que en aquellas zonas donde se establezca un objetivo de calidad acústica diurna inferior a 70 dBA las actividades deberán funcionar con puertas y ventanas cerradas, sin perjuicio de que se puedan utilizar para eventuales necesidades de ventilación, sin olvidar que es preciso disponer de los sistemas de ventilación-renovación mecánica adecuados para cada caso¹¹¹. Algo que podemos relacionar bien con la actividad de un escultor en su taller donde las ventanas y puertas siempre han sido un recurso más para ventilar el espacio de trabajo. Ante este asunto, la ordenanza advierte también que los extractores tipo ventana(...), sólo se permitirán si sirven a la instalación de ventilación de los servicios higiénicos de la actividad. En nuestro caso, y sobre

¹⁰⁹ Entrevista al Prof. Dr. D. Joan Valle. Priego de Córdoba, 2013.

¹¹⁰ Tema 5. Indicadores de ruido. [En line] [Consulta: 09/05/2017]. En: <http://www.hazruidocontraelruido.com/wp-content/uploads/2014/12/Tema-5.-INDICADORES-DE-RUIDO.pdf>

¹¹¹ España. Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla, p. 15.

todo ante espacios de trabajo poco ventilados como puede ser por ejemplo un local o vivienda particular adosada, recurrir a este tipo de extractores creemos es justificado y conveniente. También se nos informa de la obligación por parte del o los responsables de la actividad de *no rodar o arrastrar en el interior del establecimiento, barriles de cerveza o mobiliario en general, debiendo realizarse su transporte mediante elementos que eviten la transmisión de ruido y vibraciones a dependencias del edificio ajenas a la actividad*¹¹². Por ello, recomendamos disponer siempre en el taller de una carretilla para transportar, o mover de un lugar a otro del mismo bombonas de butano u otros objetos de peso que pudiesen suponer un riesgo para la salud del escultor si se manipulan sin este tipo de recursos.

5.1.4.1.1. Aislamiento sonoro integrado en la planificación arquitectónica del lugar a priori de convertirse en un taller de escultura.

Es poco común encontrar un local, vivienda o estancia insonorizada concienzudamente si no es porque se trata de espacios concretos donde se llevará a cabo una actividad que por ley necesita que se lleven a cabo las intervenciones oportunas para controlar el exceso de ruido. En esos casos todo suele estar estipulado bajo proyecto previo.

Lo común es encontrar un espacio arquitectónico con un aislamiento sonoro genérico o básico y que no resuelva las necesidades de un taller de escultura en general o con intenciones de llevar a cabo prácticas en fundición artística en particular. Sin embargo, no hay que descartar aquellos casos en los que el escultor acomoda su taller en lugares que en su día albergaron actividades similares a la nuestra. Por ejemplo, un local que con anterioridad fue un taller mecánico o una carpintería. Aunque de todos modos no es seguro al cien por cien que el proyecto de apertura de estos negocios tuviesen en su momento en cuenta unas medidas de insonorización muy exhaustiva. Con todo, creemos que este tipo de casos son poco frecuentes.

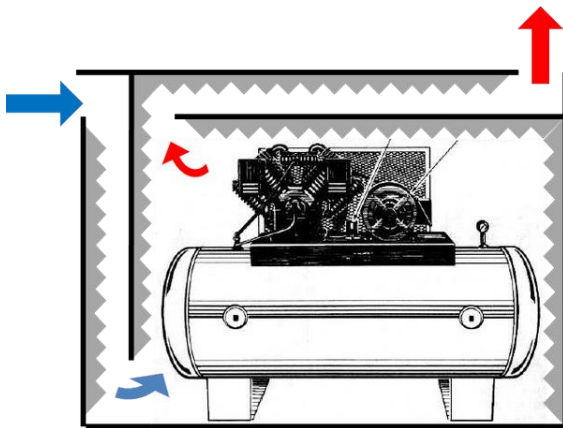
5.1.4.1.2. Aislamiento sonoro adecuado a las cualidades arquitectónicas del lugar, una vez convertido en taller de escultura.

El escultor autónomo que ejerce una producción artística libre y sin ataduras comerciales, se encuentra a menudo en un periodo de búsqueda -tanto conceptual como técnica-. Este estado de indagación casi continuo afecta físicamente el taller no siendo frecuentes las zonas reservadas para realizar una tarea específica, de carácter exclusivo. Una vez el escultor ejerce su actividad durante un tiempo prolongado en un mismo lugar suele comprobar como unos espacios responden mejor a unos procedimientos que a otros,

¹¹² Ibídem, p. 16.

siendo entonces cuando puede hacerse cargo de la insonorización localizada. Esta insonorización, bien puede consentir adecuando un equipo concreto a nivel de diseño –si es que podemos hacer algo en ese sentido-, bien transformando parte del taller para ajustarlo a una actividad concreta.

Delimitar y adecuar el espacio donde se llevan a cabo tareas con un nivel de ruido excesivo suele ser una buena opción. Se trata de reservar una zona en el taller donde se situará la infraestructura o el equipo específico, interviniendo sobre ella para insonorizarla. Por ejemplo, un compresor de aire al llegar a su nivel mínimo de presión comienza su carga generando un ruido bastante intenso, sucede repetidamente en intervalos cortos de tiempo, siendo bastante molesto hasta que se acostumbra uno. Pues bien, el compresor puede ubicarse -o contenerse- en un espacio reducido, adecuado a su tamaño e insonorizarlo cuanto sea posible. Este tipo de soluciones se ven bastante a menudo en los centros educativos que mantienen este tipo de máquinas en habitaciones reducidas y aisladas del aula de trabajo. Estos espacios de aislamientos han de permitir el correcto funcionamiento de los diferentes equipos técnicos y absorber –en el mayor porcentaje posible- el sonido producido durante su uso.



94. Aislamiento sonoro de un compresor mediante un habitáculo adaptado al producto.

Tal vez en el taller de un escultor no sea posible por las limitaciones del espacio disponible habilitar toda una estancia en la que albergar los equipos ruidosos, pero hoy día el escultor puede conseguir placas o paneles de material aislante con coeficiente de absorción de ruido alto, y servirse de ellos para encerrarlos de una forma más particular. Por ejemplo, preparando un cajón donde contenerlos y minimizar el ruido durante su uso.



95. Materiales aislantes. Izquierda: Espumas de poliuretano compactadas; Centro y Derecha: Lana de vidrio o de roca compactadas.

Con respecto a los materiales acústicos más comunes y su eficiencia, encontramos algunas puntualizaciones en el “ABC de la Acústica Arquitectónica” de Higini Arau¹¹³:

- *El aumento de aislamiento como consecuencia de la introducción de un material absorbente depende del coeficiente de absorción (y del índice de rigidez) y por tanto materiales con coeficiente de absorción similares aportarán el mismo aislamiento.*
- *El material absorbente que se introduce entre los paramentos de aislamiento aporta poco aislamiento acústico con respecto al aislamiento total.*
El material absorbente se introduce entre los paramentos de una solución de aislamiento para eliminar las ondas estacionarias, no para aumentar el aislamiento acústico en sí, aunque esta sea una de las consecuencias.
- *El aislamiento acústico que introduce una lana de roca o de vidrio o espumas de poliuretano compactadas es el mismo.*
El mayor incremento de aislamiento acústico que este último material pudiera aportar por su mayor densidad con respecto a las lanas, es depreciable con respecto al aislamiento que aporta incluso el propio material.
- *Colocar dos capas del material absorbente poroso no significa ni mucho menos duplicar el aislamiento acústico. El incremento dependerá del nivel de aislamiento acústico ya existente. El aumento de aislamiento acústico como consecuencia de la introducción de un material absorbente poroso no es siempre el mismo y depende del aislamiento del paramento más pesado.*

¹¹³ ARAU, Higini. *ABC de la Acústica Arquitectónica*. Ediciones CEAC. 1999, p. 134.

5.1.4.1.3. *Procesos que generan problemas acústicos en fundición artística.*

Si analizamos las fases de trabajo en fundición artística encontramos tres momentos donde la actividad puede considerarse ruidosa: durante el descere, durante la fusión y durante el acabado de la pieza en metal. De las tres actividades señaladas, en las dos primeras los equipos técnicos implicados son de similar naturaleza y por lo tanto, la emisión de ruido suele deberse a las mismas causas. Si no se trata de hornos de alimentación eléctrica, en las fases de descerado y fusión el ruido proviene mayormente de los quemadores. Sean de gas, de combustible sólido o líquido, el resultado es un zumbido constante durante el proceso. En los quemadores de gas butano o propano el ruido proviene de la expulsión del combustible que está contenido a presión en su recipiente, de la combustión del material y en cierta medida del interior del horno. Es interesante conocer, que los decibelios, como función logarítmica que son, no pueden sumarse aritméticamente¹¹⁴. Esto significa que si en un taller se encuentran dos o tres quemadores de gas funcionando al mismo tiempo aumenta el nivel de ruido pero no hacen el doble o el triple de ruido que si interviniese en la actividad un solo quemador.

A lo largo de esta investigación tuvimos acceso temporalmente a un sonómetro digital, Modelo TES-1350, con el cual tomamos muestras de algunos equipos comunes en la actividad. Éstas fueron realizadas en dos espacios diferentes: En una vivienda unifamiliar adosada, con patio exterior o abierto dentro de la edificación, localizada en Rociana del Condado en Huelva; y en un local, en los bajos de un bloque de pisos, situado en el distrito Macarena de Sevilla¹¹⁵.

En el primer caso, al contar con la edificación de un espacio abierto y de grandes dimensiones, contábamos con muy buena ventilación para llevar a cabo el descerado de moldes de cáscara cerámica por choque térmico. Poco más de la mitad de la superficie del espacio posee cubierta de uralita. Se estiman unos 5-6 metros de altura del pavimento a la cubierta. La actividad se realizó en zona limítrofe entre la parte techada y la descubierta.

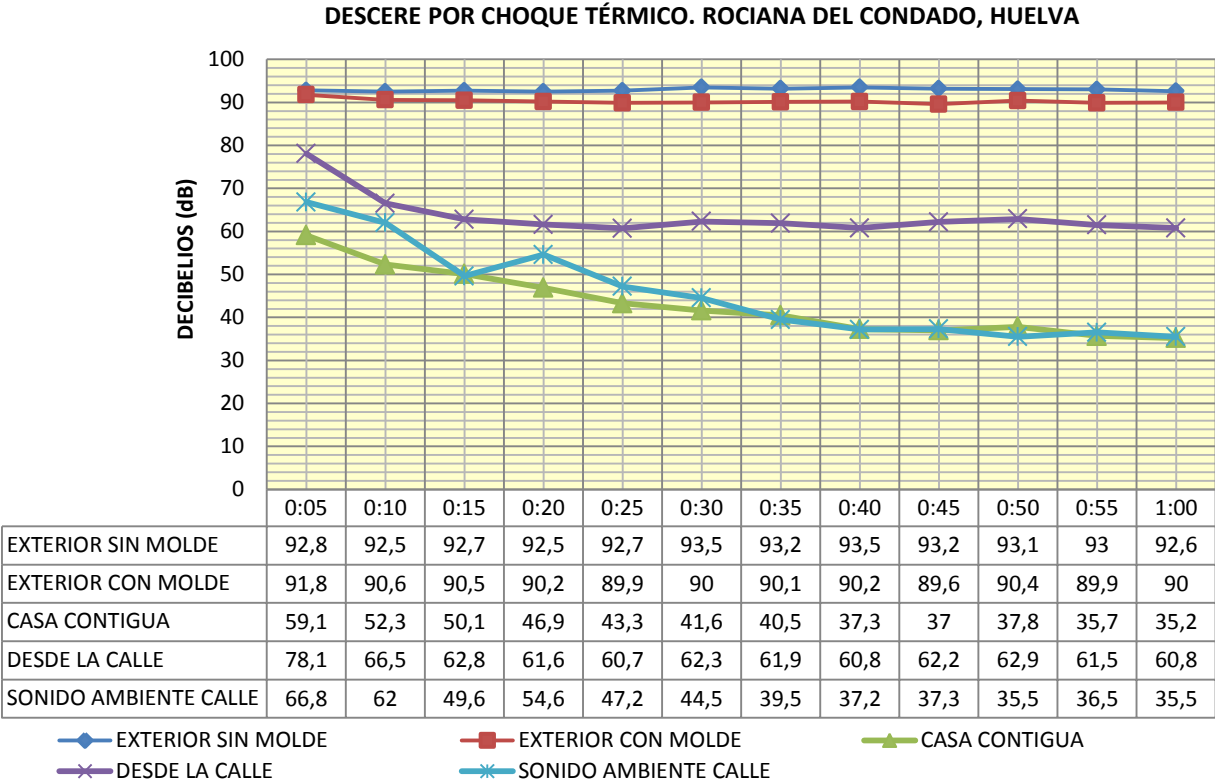
¹¹⁴ SANSEGUNDO SIERRA, Alejandro J. *Acústica en la edificación. Conceptos básicos*. [En línea] [Consulta:13/06/2015] Disponible en Web, pp. 17-21.
http://www.arquitectosdecadiz.com/uploads/%C3%81reas_Construcci%C3%B3n/03.01.%20Conceptos%20b%C3%A1sicos.%20Aislamiento.%20Alejandro%20Sansegundo.pdf

¹¹⁵ Éste es también uno de los dos espacios de trabajo incluidos en este proyecto como *Modelos de Estudio*. Con ellos se busca ejemplificar el proceso de integración de la fundición artística en dos espacios de trabajo o talleres *tipo* de un escultor.



96. Izquierda: Vista aérea de *Google Maps* donde podemos apreciar la edificación en la que tuvo lugar la actividad –descerado por choque térmico- (área azul), el lugar exacto donde se realizó (punto rojo) y la vivienda colindante (área verde).

En la siguiente gráfica se pueden valorar los resultados de algunas de esas muestras de sonido realizadas durante la operación de descerado. Y a continuación de la gráfica enumeramos una serie de observaciones con respecto a los resultados:

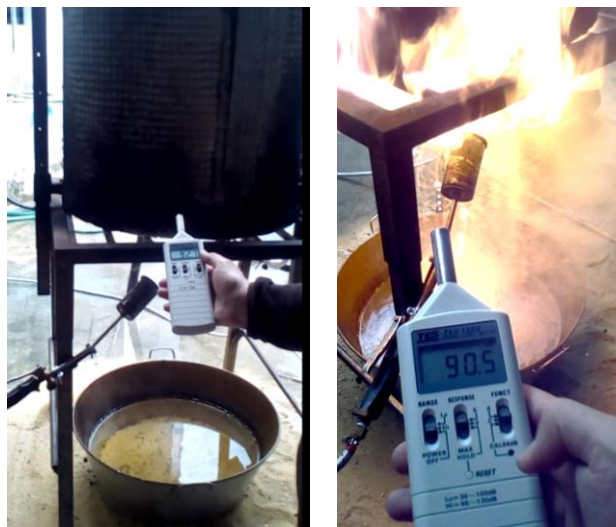


Gráfica 3.

Observaciones ante la gráfica (1) :

- *Lugar:* Rociana del Condado Huelva.
- *Fecha:* 05/08/2016
- *Horario:* Periodo comprendido entre las 10:00:00 y las 14:00:00 (Ld.)
- *Sonómetro:* Sonómetro digital, Modelo TES-1350.
- *Tipo de actividad:* Descerado por choque térmico.
- *Tipo de horno:* Campana de descere, de construcción propia, fabricado con manta cerámica de 4cm de espesor y piezas de hierro.
- *Tipo de quemador:* Dos quemadores-sopletes (propio de trabajos con tela asfáltica), alimentado con dos bombonas de gas-propano.

1. En la muestra tomada junto al foco los niveles de ruido superan claramente los 90 dB. Si bien, ha de aclararse que el sonómetro se situó muy cerca de la campana de descerado como se aprecia en las siguientes imágenes:



97. Registrando la muestra de sonido junto a la campana de descere por choque térmico.

2. Resulta interesante comprobar que los decibelios disminuyen al introducir en la campana el molde de cáscara con cera en su interior. Parece ser que la combustión del modelo afecta a la emisión de ruido de los quemadores. Tal vez se deba a que los quemadores tienen dificultades para conseguir el aire que necesitan al combustionar la cera al mismo tiempo –algo de lo que si somos conscientes-. También puede ser que el cuerpo principal del horno vacío favorezca la acústica de los quemadores, provocando un efecto campana –nunca mejor dicho- que aumenta los decibelios y que desaparece al entrar en juego las llamas propias del descerado.

3. Tuvimos la oportunidad de acceder a la vivienda contigua a la zona donde tuvo lugar el descerado, comprobando la gran diferencia en decibelios entre la muestra tomada junto al foco del ruido y la tomada en la casa vecina. En ésta última nunca se superaron los 60 dB, es más si realizamos la media aritmética de esos datos nos arroja como resultado 43.06 dB, un valor muy por debajo de los índices establecidos en suelo residencial en la tabla del anexo I sobre los *objetivos de calidad acústica de ruido aplicables al espacio exterior de áreas urbanizadas existentes*¹¹⁶ -que facilitamos a continuación-. Aunque se encuentra en el límite de los niveles *aplicables al espacio interior habitable de edificaciones* expuestos en la tabla I.4 de la ordenanza¹¹⁷.

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA DE RUIDO APLICABLES AL ESPACIO EXTERIOR DE ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES				
Tipo de área de sensibilidad acústica		Índices de ruido (dBA)		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requieran de especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro uso terciario distinto del indicado en el tipo c.	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo o de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

Tabla 50.

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA DE RUIDO, APLICABLES AL ESPACIO INTERIOR HABITABLE DE EDIFICACIONES				
Uso del edificio	Tipo de recinto	Índices de ruido (dBA)		
(1) Uso Residencial	Estancias .	45	45	35
	Dormitorios.	40	40	30

Tabla 51.

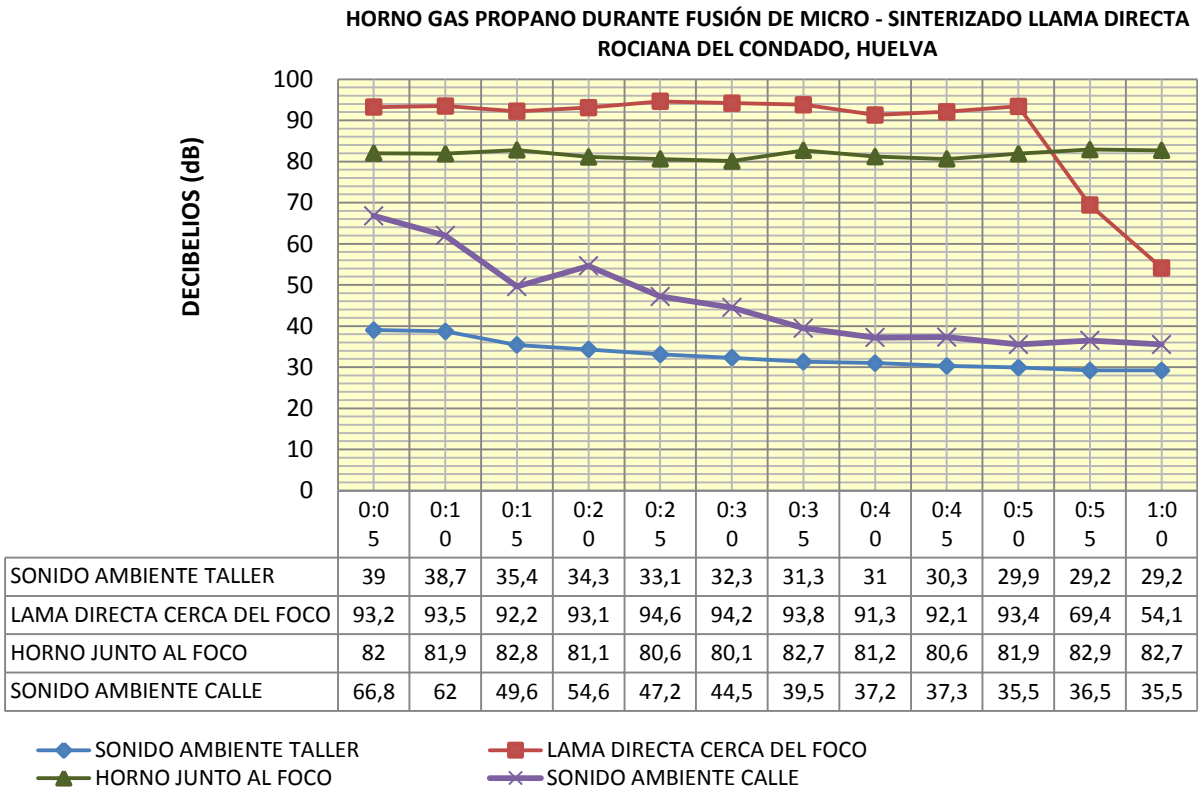
4. La muestra tomada desde el exterior mientras tiene lugar el descerado por choque térmico, aunque con niveles más próximos al límite, también se mantiene por debajo de

¹¹⁶ Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla, p.52.

¹¹⁷ Ibídem, p.53.

los 65 dB¹¹⁸. Los niveles de ruido entre esta muestra y la tomada desde la vivienda contigua son muy similares.

La siguiente gráfica muestra los resultados obtenidos durante el proceso de fusión y colada de metal con piezas de *microfusión*. Se incluye igualmente el sinterizado por llama directa previo a la fusión tras aplicar la última capa de cáscara cerámica a los moldes. La actividad, aunque en la misma localidad, tuvo lugar en un espacio diferente al del descerado por choque térmico. Esta vez nos encontrábamos en la segunda planta de una vivienda unifamiliar de dos pisos. La estancia es totalmente diáfana y se encuentra en fase de construcción como evidencian los pilares, el pavimento de cemento... Un lugar muy apropiado para trabajar, con buena ventilación natural por la presencia de varias ventanas y balcones en las fachadas frontal y posterior de la edificación. El techo presenta el mismo aspecto que las paredes, con las vigas de cemento y los rasillones al descubierto.



Gráfica 4.

¹¹⁸ Este nivel solo fue superado durante los primeros 10 min. Periodo en el cual durante la toma pasaron algunos vehículos cerca, que afectaron al registro del sonómetro.

Observaciones ante la gráfica (4):

- *Lugar:* Rociana del condado, Huelva.
- *Fecha:* 05/08/2016
- *Horario:* 16:00:00 -20:00:00. (Ld.-Le.)
- *Sonómetro:* Sonómetro digital, Modelo TES-1350.
- *Tipo de actividad(1):* Fusión de metal. Sinterizado de cáscaras cerámicas por llama directa.
- *Tipo de horno:* Horno para fusión, de autoconstrucción, fabricado con cemento refractario y arlita.
Dimensiones del horno: Diámetro exterior 55 cm / Diámetro interior: 35cm / 41,5 de altura / 17,5cm de diámetro del orificio de salida de gases en la tapa.
- *Tipo de quemador:* Quemador Gas, tipo hornillo *pottery* de hierro fundido y cuatro patas, intervenido para adaptarlo a la actividad y alimentado con propano.
- *Tipo de actividad (2):* Sinterizado de cáscara cerámica.
- *Tipo de quemador:* Quemador-Soplete –propio de trabajos con tela asfáltica- de gas propano.



98. Una vista des espacio donde solemos fundir en Rociana del Condado, Huelva. Se trata de un segundo piso en vivienda unifamiliar.

Las fases de sinterizado y fusión se han llevado a cabo con dos quemadores diferentes. En el primer caso, se ha empleado un soplete –propio de trabajos con tela asfáltica- y en el segundo caso, se usó un quemador de hierro fundido, de los de cuatro patas, -tipo *pottery*-modificado. La transformación consiste en la eliminación del rosco del quemador, para mantener tan solo una boca de quemador en tubo, ésta es girada 180° para direccionar la llama hacia el horno y así las patas del quemador sirvan de elementos estabilizadores.

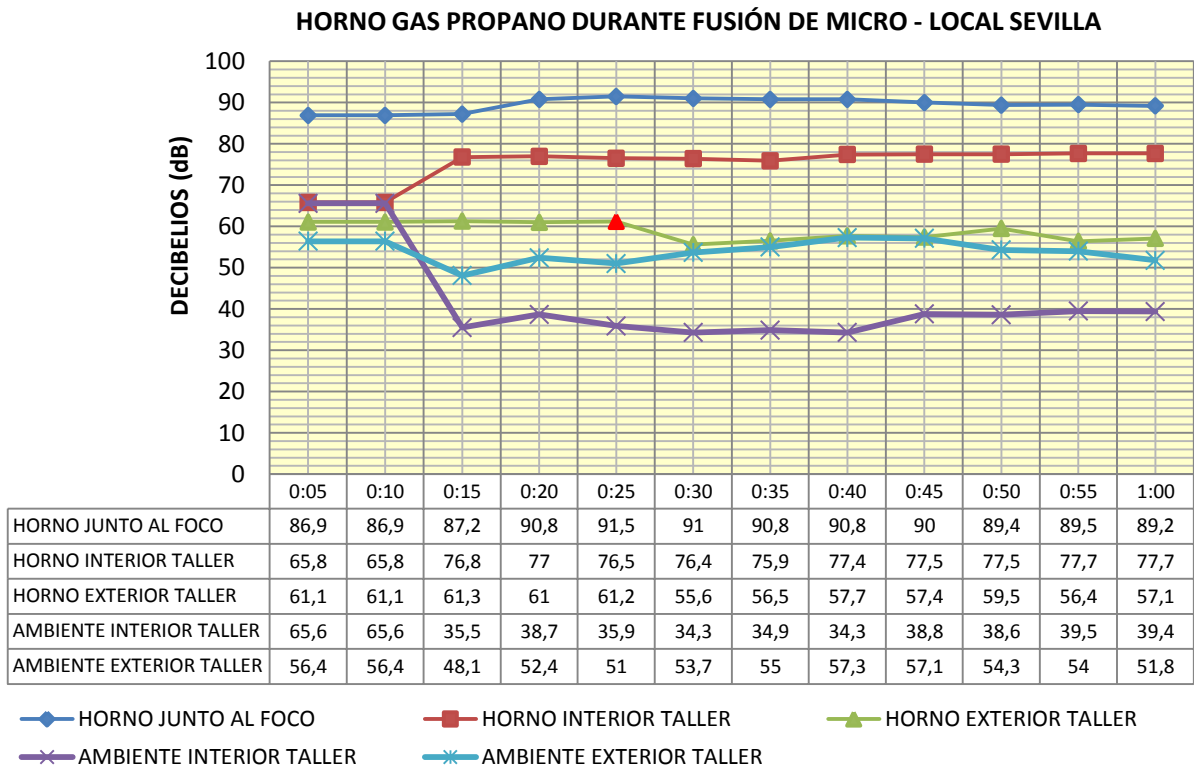
1. En la tabla puede apreciarse como el quemador modificado es más silencioso que el soplete de bocacha grande con el que se sinterizaron los moldes de cáscara. Algo a tener muy en cuenta según el tipo de edificación en el que se vaya a usar.

2. En este sentido, los niveles de ruido producidos durante la fusión del metal, mediante un quemador de hierro fundido modificado y alimentado por una bombona de gas propano -de las características descritas-, no supera los niveles límite permitidos por el Ayuntamiento de Sevilla. Como señalamos anteriormente, el límite de decibelios establecido para, por ejemplo un *Taller de producción pequeña* es de 84 dBA, y este tipo de quemador no supera en ningún momento de la muestra esa cifra.



99. Izquierda: imagen del horno. Derecha: vista del quemador de hierro fundido modificado y en plena actividad.

También hay que aclarar que ambas muestras, tanto la tomada junto al horno de fusión como la registrada durante el sinterizado de cáscaras, fueron muy cerca del foco de ruido. Si la muestra hubiese sido tomada desde una posición más centrada en la estancia estamos seguros que se hubiesen registrado niveles de sonido más bajos. Esto lo podemos ver en las siguientes gráficas. Tomamos muestras durante la fusión de dos micros con crisol incorporado en un local de Sevilla. Este se encuentra adosado lateralmente a dos locales más. No tuvimos acceso a estos locales colindantes por encontrarse uno en desuso y el otro desalojado. Sobre el espacio de trabajo reside una familia extranjera con la que por desgracia no pudimos contactar.



Gráfica 5. El triángulo rojo (▲) en la gráfica señala el momento en el que se cerró la puerta del taller durante la actividad.

Observaciones ante la gráfica (5):

- Lugar: Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.
- Fecha: 27/03/2016
- Horario: 08:30:00 - 09:47:00. (Ld.)
- Sonómetro: Sonómetro digital, Modelo TES-1350.
- Tipo de actividad: Fusión y colada. Microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado.
- Tipo de horno: Horno para fusión, de construcción propia, fabricado con cemento refractario, arlita y manta cerámica de 4cm de grosor.
- Tipo de quemador: Quemador-soplete para trabajos con tela asfáltica, alimentado con gas-propano.

1. En la gráfica observamos que de la muestra de sonido tomada en el *exterior del taller* resulta una media aritmética de 58,7 dB, en ningún momento de la muestra se llegan a superar los 65 dB, con lo cual y en base al mencionado anexo I de la Ordenanza¹¹⁹, se puede decir que el nivel de ruido producido durante la actividad se encuentra entre los niveles permisibles.

¹¹⁹ Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla, p. 52.

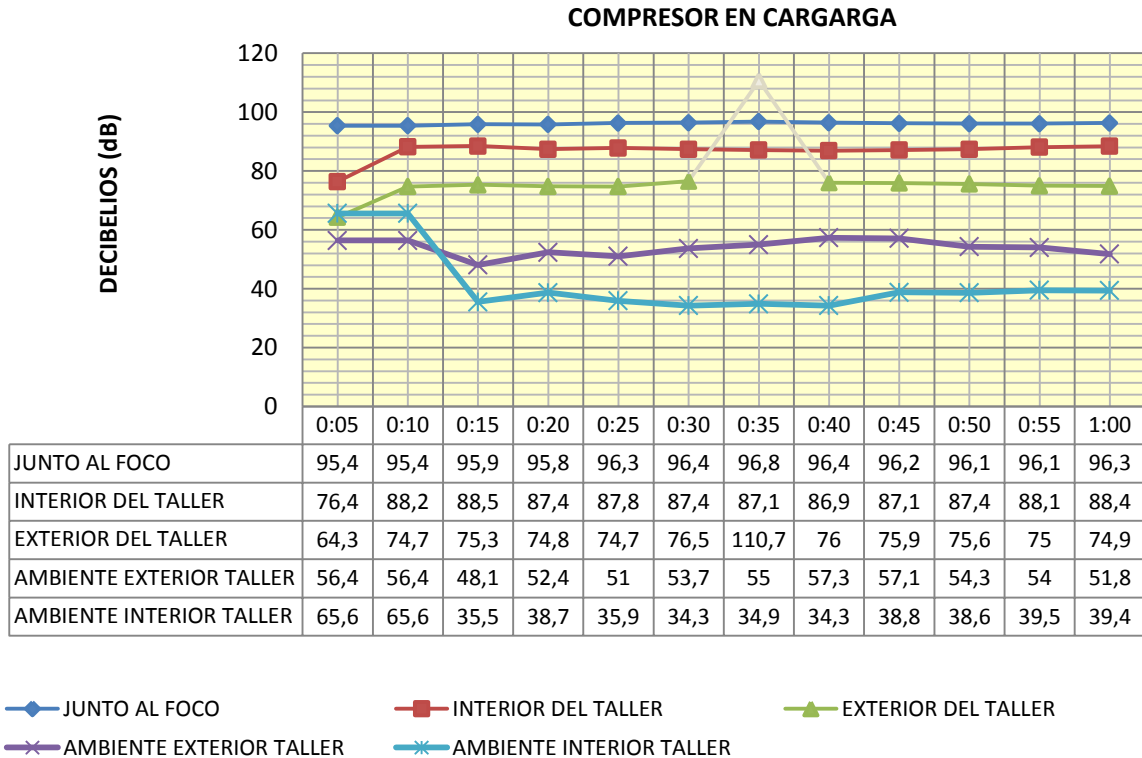
2. La cifra media aritmética de la muestra de sonido tomada en el interior del taller, en la zona central de la estancia, es de 76 dB, manteniéndose por debajo del nivel de ruido establecido por la normativa para *Talleres de producción pequeña*¹²⁰. En este caso podemos comprobar la diferencia de nivel de ruido existente entre la muestra tomada junto al foco y la muestra tomada en el interior del taller pero en el centro del taller. Existen más de 10 dB de diferencia, si comparamos cada registro entre ambas líneas de la gráfica.



100. Vista panorámica (detalle) del taller situado en un local en el barrio de la Macarena de Sevilla.

En los hornos de carbón el ruido también es originado principalmente por la turbina del soplador -o cualquier otro equipo de ventilación forzada-, recordemos que es un añadido al sistema necesario para conseguir una buena combustión mediante la aportación de aire, imprescindible incluso para llegar a los puntos de fusión de muchas aleaciones o metales. También, podría tenerse en cuenta los sonidos característicos del carbón -o la leña- mientras se consume en las llamas, pero son desestimables. Suele tratarse de crujidos, silbidos, pequeño petardeo... debidos a la fragmentación y pérdida de humedad de estos productos durante la combustión. En el caso de los quemadores de alimentación con gasoil, el diseño suele incorporar comúnmente la turbina de aire o compresor con el fin de conseguir un buen pulverizado del combustible que beneficie su oxigenación y, por tanto, la combustión. Incluso algunos quemadores de gas recurren a este tipo de recursos para inyectar aire forzado y optimizar la combustión. Por ello, tomamos muestras de un compresor de aire eléctrico.

¹²⁰ Ibídem, (p.33)



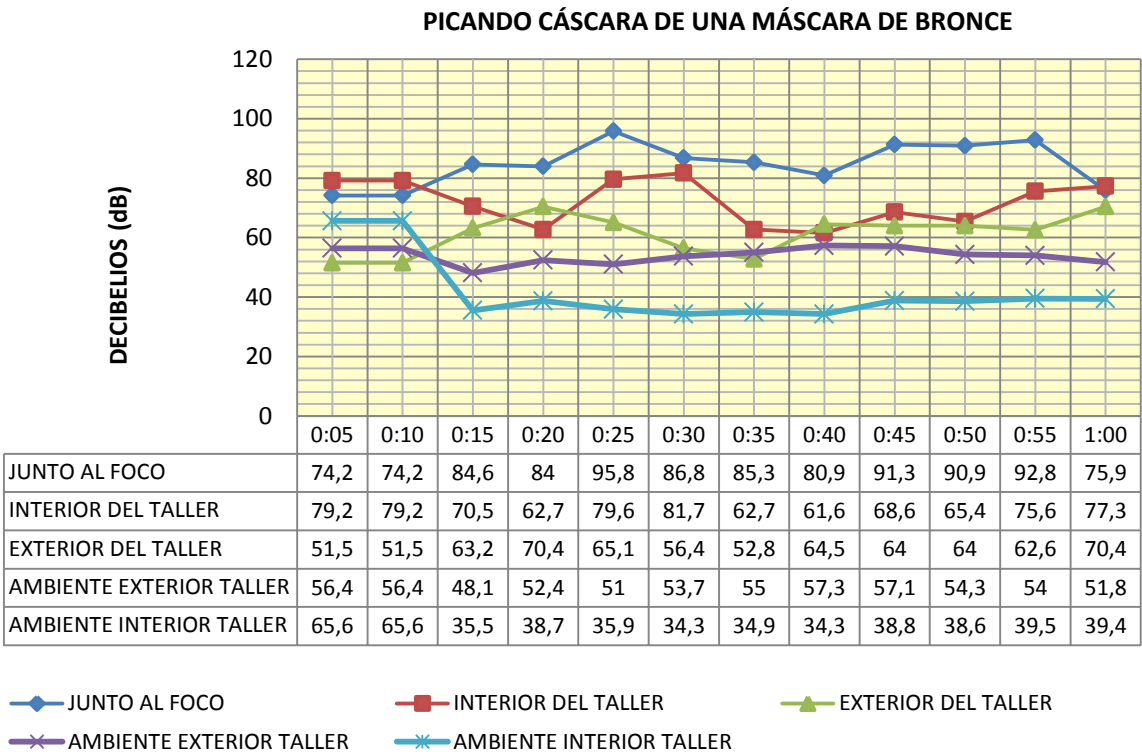
Gráfica 6.

Observaciones ante la gráfica (6):

- Lugar: Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.
- Fecha: 27/03/2016
- Horario: 08:30:00 - 09:47:00. (Ld.)
- Sonómetro: Sonómetro digital, Modelo TES-1350.
- Tipo de actividad: Compresor en Carga.
- Tipo-Modelo de Compresor: CEVIK PRO. 50VX

1. En la tabla se observa como el compresor de aire mantiene un nivel de ruido extremadamente estable cuando se realiza la muestra muy cerca del foco, es decir, junto al equipo. Esto se debe claramente a que es un producto comercializado y por tanto, ha pasado por unos exámenes rigurosos en este sentido.
2. Si tomamos como referencia legal la *Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla*, el compresor de aire supera los niveles límite establecidos como *objetivos de calidad acústica de ruido aplicables al espacio exterior de áreas urbanizadas existentes*, así como el *nivel sonoro base de actividades productivas* como las de un taller con producción pequeña, rozando los límites estipulados para una carpintería. En este caso, es necesario actuar convenientemente ante este equipo de

trabajo y fabricarle una caja que reduzca en lo posible las emisiones de ruido producidas durante su uso.



Gráfica 7.

Observaciones ante la gráfica (7):

- Lugar: Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.
 - Fecha: 27/03/2016
 - Horario: 08:30:00 - 09:47:00.(Ld.)
 - Sonómetro: Sonómetro digital, Modelo TES-1350.
 - Tipo de actividad: Picando cáscara cerámica una vez enfriado el metal.
 - Morfología de la pieza: Máscara de bronce de unos 20 cm largo, 15 cm de ancho y un grosor de metal de unos 3mm.

1. Las actividades anteriores, como el descerado por choque térmico o la fusión del metal, generaban un ruido constante mientras que operación de quitar la cáscara cerámica del molde a las piezas ya positivadas en metal origina un ruido de impacto aleatorio. Por ello, hemos de tener en cuenta los picos más altos de la gráfica, pues corresponden a ese momento de impacto, cuando la herramienta genera el nivel de decibelios más alto.

2. Si bien la muestra tomada cerca del foco supera los 84 dB en varios puntos, los decibelios registrados desde el interior del taller, en la zona central de la estancia, no llegan a esos niveles en ningún momento.
3. De la medición tomada al exterior, mientras la actividad tiene lugar en el interior del local, podemos deducir que la operación puede llegar a superar los 65 dB estipulados como objetivos de calidad acústica en zonas residenciales para actividades de este tipo.



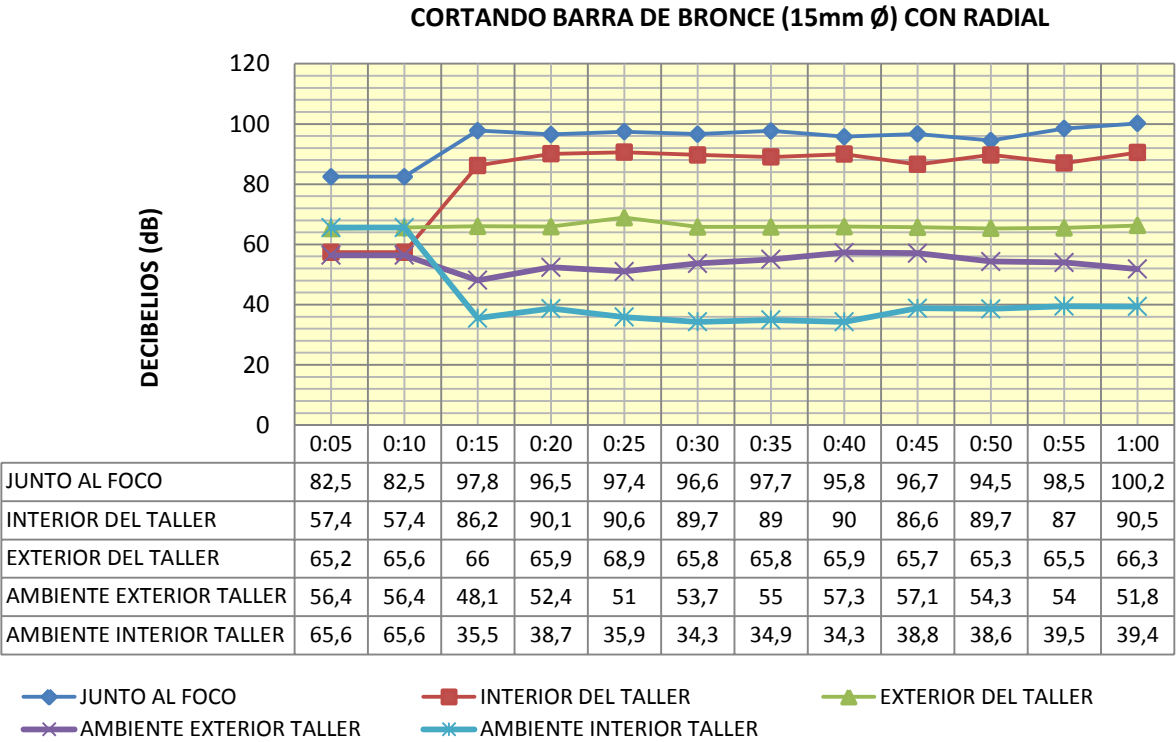
101. Medición junto al foco de la operación, en este caso se están registrando los dB alcanzados durante el descascarillado de una pieza fundida en bronce.

Ha de tenerse muy en cuenta la morfología de la pieza y el metal en el que se ha fundido. En nuestro caso hemos descascarillado una pieza de bronce, por ser la aleación común en los trabajos de ese taller, sin bien sería muy interesante comprobar los resultados que se pueden obtener con otro tipo de piezas u otro tipo de materiales.

Tras el descascarillado o *desmoldeo* de la pieza en metal fundido suele eliminarse el árbol de colada y todos aquellos elementos que el escultor considere necesario para liberar finalmente la pieza de los elementos propios de la técnica. Esta operación suele llevarse a cabo bien procediendo manualmente, usando cizallas o seguetas para metal o bien usando herramientas eléctricas como amoladoras, *Dremels*, sierras de cinta circular, etc. La siguiente gráfica corresponde a la medición de los sonidos generados por una radial mientras se corta barras de bronce de 15 mm de diámetro.

Observaciones ante la gráfica (8):

- *Lugar:* Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.
- *Fecha:* 27/03/2016
- *Horario:* 08:30:00 - 09:47:00.
- *Sonómetro:* Sonómetro digital, Modelo TES-1350.
- *Tipo de actividad:* Corte barra de bronce (2 cm Ø), en fragmentos de 5cm de longitud aprox.
- *Tipo/Modelo de Radial:* BLACK&DECKER BD10 115mm 550W



Gráfica 8.

1. Lo primero que se aprecia al observar los resultados de la medición en el interior del taller, tanto junto al foco como en el centro de la estancia, es que se superan los 85 dB.
2. Según la medición desde el exterior del taller, la operación se encuentra justo en el límite establecido como *objetivo de calidad acústica* aplicable a espacios exteriores en zonas residenciales en Sevilla, prácticamente en toda la secuencia de tiempo el ruido alcanza los 65 dB. Si bien hemos de aclarar que el banco de trabajo se encontraba junto a uno de los ventanales que da la calle, lo cual puede suponer un cambio en estos niveles si la operación se hubiese llevado a cabo más al interior del taller.



102. Medición junto al foco de la operación, en este caso se están midiendo los dB alcanzados durante el troceado de una barra de bronce de unos 15 mm de grosor.

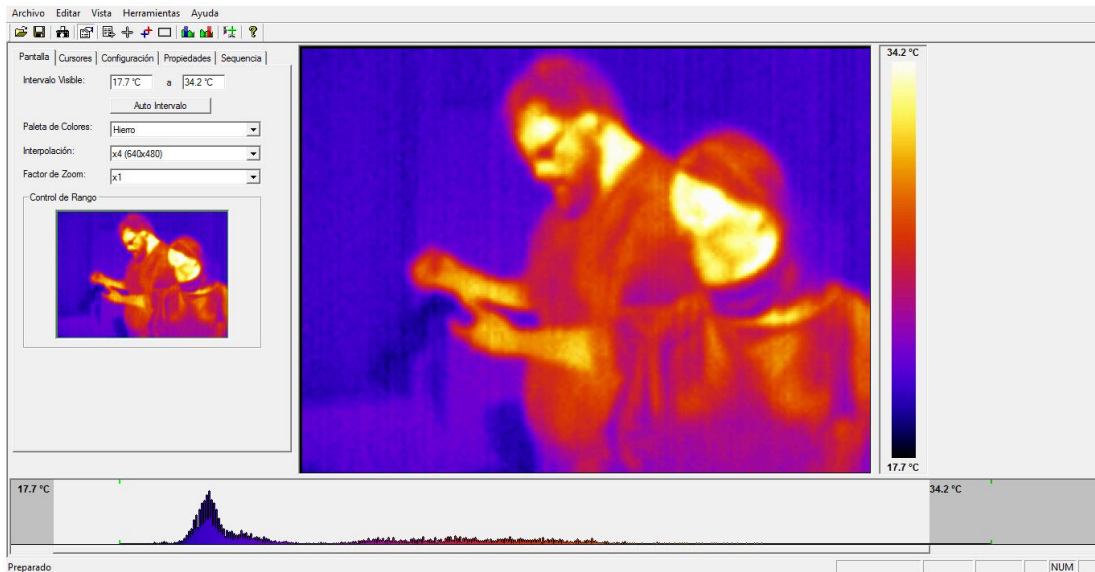
5.1.4.2. Aislamiento térmico.

Sin embargo, aunque el ruido es un factor importante, si preguntamos a cualquier persona vinculada a la fundición, probablemente lo primero que le venga a la mente es la relación de esta técnica con el fuego y las altas temperaturas. Un aislamiento térmico adecuado a las necesidades de la técnica y el taller disminuye los posibles daños en la estructura arquitectónica del espacio de trabajo y por supuesto hace más segura la actividad escultórica. Las altas temperaturas pueden provocar daños graves en los materiales constructivos del taller. Zonas como el techo, las paredes o el pavimento están expuestas a periodos largos de calor y eso puede deteriorarlas.

Antes de la adquisición o construcción de un horno de fusión, cocción o descere, así como de otros equipos de trabajo, han de conocerse las cualidades técnicas y el potencial aislante que poseen. Los productos comercializados poseen de fábrica un adecuado aislamiento térmico, con el fin de que puedan ser utilizados sin añadir al equipo nada al respecto. Por ejemplo, en este capítulo, el punto de calor más significativo a tener en cuenta en una mufla profesional el conducto que da salida a al humo y los gases producidos en la operación. Por otra parte, si es el escultor el encargado de diseñar y fabricar su horno, también recae en él la responsabilidad de acometer las medidas necesarias a acometer en materia de aislamiento térmico. Se ha de considerar en cualquier caso:

- El aislamiento de las zonas del taller físicamente afectadas por la radiación térmica producida durante la actividad.
- El aislamiento de los equipos y sistemas de ventilación, extracción de gases y humos producidos durante la actividad.
- El aislamiento de materiales, productos y mobiliario a los que pueda afectar las radiaciones térmicas emitidas durante la actividad.

- El aislamiento térmico personal del escultor, mediante los equipos de protección individual específicos para trabajos con fuego o altas temperaturas.
- Control de la temperatura ambiente, evitando su ascenso incontrolado y niveles térmicos considerados de riesgo.



103. Imagen termográfica de los escultores encargados de la fundición abierta desde el Software IRISYS 4000 Series Imager con el que se procesan los archivos de la cámara térmica o de infrarrojos.

Durante la realización de este proyecto, tuvimos acceso -durante el periodo limitado- a una cámara termográfica *IRISYS, Multi-Purpose Thermal Imager. IRI 4010*. Y con el objetivo de observar el impacto térmico que puede suponer para un espacio de trabajo muy limitado en cuanto a sus características edificatorias -como es un local en los bajos de un bloque de pisos- decidimos fotografiar el proceso de fusión y colada de una pieza de *microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado*.

La temperatura se midió con un termómetro manual de infrarrojos, en grados centígrados (°C), y teniendo como referencia cuatro puntos del local:

1. Pared contigua más cercana al horno.
2. Zona del techo localizada en la perpendicular a la boca del horno.
3. Temperatura ambiente del interior del taller. Para esta medición nos situamos alejados del horno más de un metro y medio para que su radiación no afectase la muestra.
4. Exterior del taller.

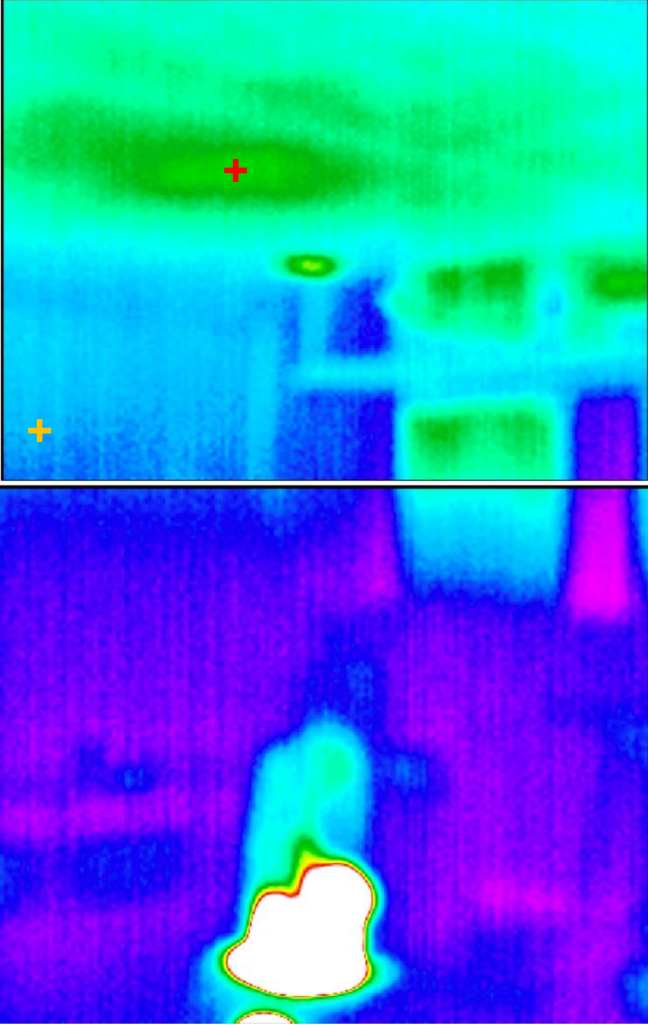
	<p>Lugar: Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.</p> <p>Fecha: 03/12/2015.</p> <p>Hora: 10:35:00.</p> <p>Modelo Cámara Termográfica: IRISYS, Multi-Purpose Thermal Imager. IRI 4010.</p> <p>Tipo de actividad: Fusión y colada. Microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado.</p> <p>Tipo de horno: Horno para fusión, de construcción propia, fabricado con cemento refractario, <i>arlita</i> y manta cerámica de 4cm de grosor.</p> <p>Tipo de quemador: Quemador-soplete para trabajos con tela asfáltica, alimentado con gas-propano.</p> <p>Temperatura ambiente en el exterior al comienzo de la actividad: 16.5°C.</p> <p>Temperatura ambiente en el exterior al final de la actividad: 18°C.</p>
<p>Puntero + - 20.8°C</p> <p>Puntero + - 17.7°C</p> <p>Paleta de colores: Contraste Alto.</p>	

Tabla 52.

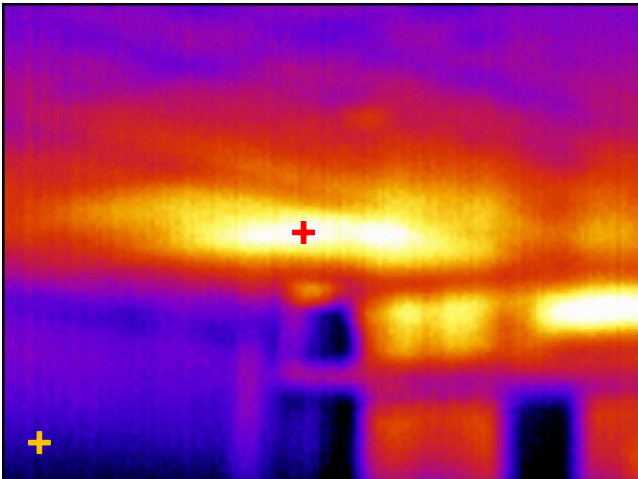
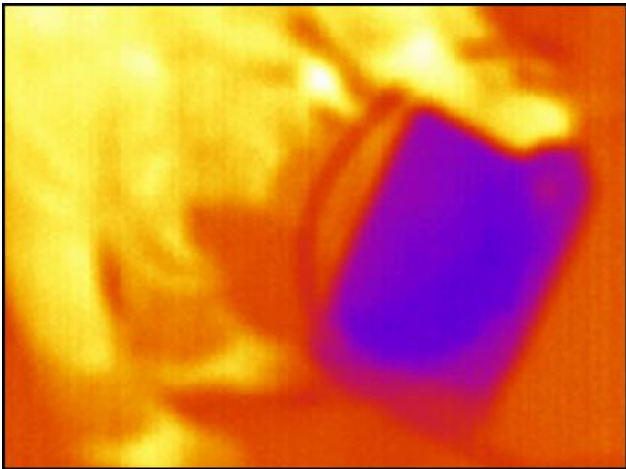
<div></div> <div><p>Puntero + - 37.9°C</p><p>Puntero + - 20.2°C</p><p>Paleta de colores: Hierro.</p></div> <div></div>	<p>Lugar: Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.</p> <p>Fecha: 03/12/2015.</p> <p>Hora: 10:45:00.</p> <p>Modelo Cámara Termográfica: IRISYS, Multi-Purpose Thermal Imager. IRI 4010..</p> <p>Tipo de actividad: Fusión y colada. Microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado.</p> <p><u>Tipo de horno:</u> Horno para fusión, de construcción propia, fabricado con cemento refractario, <i>arlita</i> y manta cerámica de 4cm de grosor.</p> <p><u>Tipo de quemador:</u> Quemador-soplete para trabajos con tela asfáltica, alimentado con gas-butano.</p> <p>En esta imagen puede observarse el aumento de temperatura de la bombona de butano durante la operación.</p>
--	---

Tabla 53.

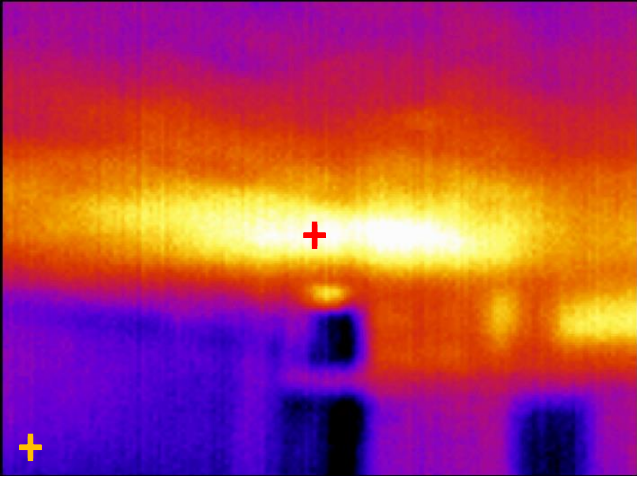
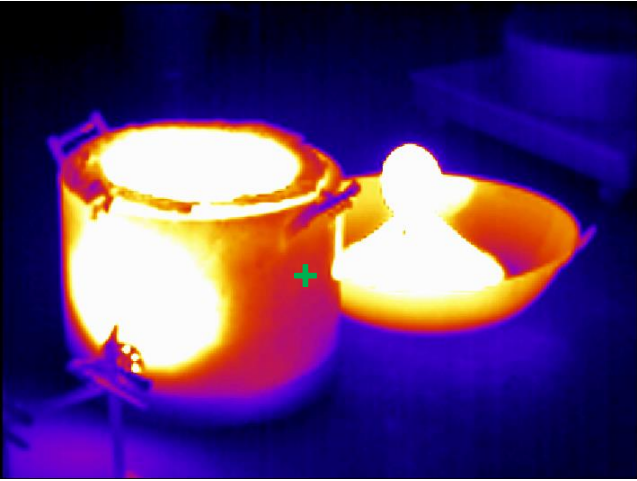
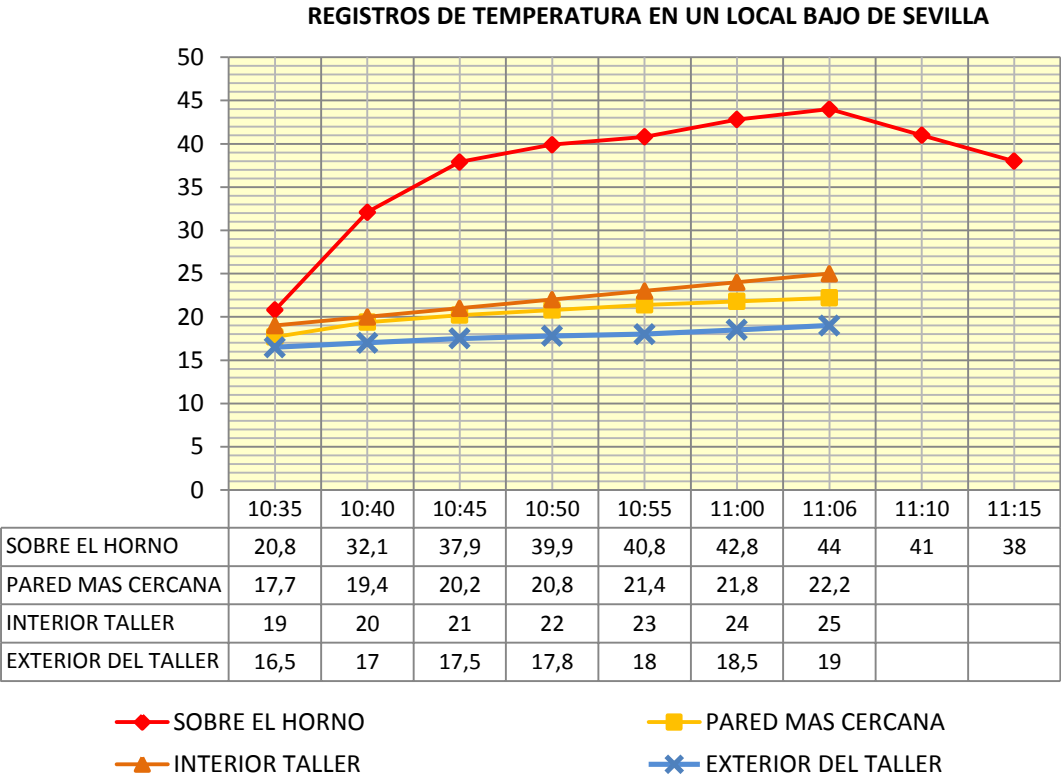
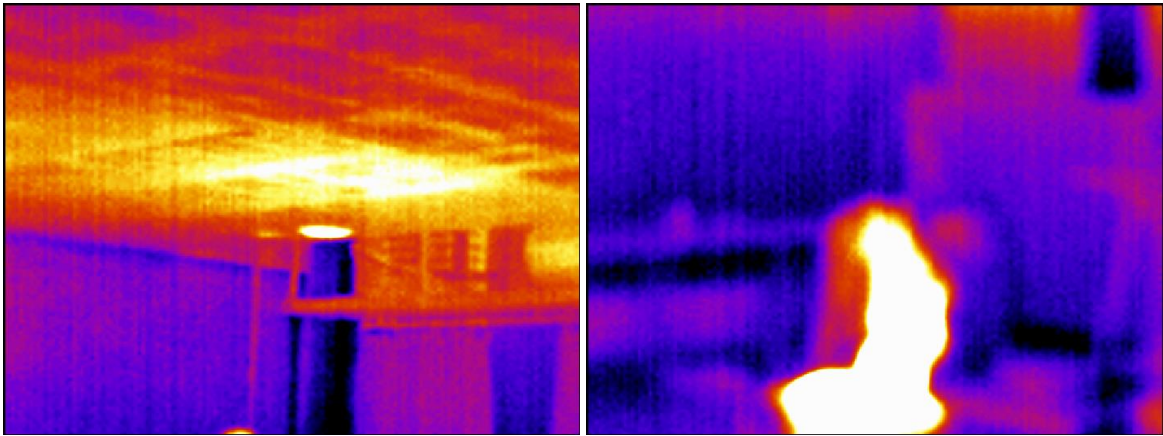
 <p>Puntero + 44°C Puntero + 22.2°C Puntero + 24°C Paleta de colores: Hierro.</p> 	<p>Lugar: Zona residencial. Local, bajo de un bloque de pisos. Distrito Macarena, Sevilla.</p> <p>Fecha: 03/12/2015.</p> <p>Horario: 11:06:00.</p> <p>Modelo Cámara Termográfica: IRISYS, Multi-Purpose Thermal Imager. IRI 4010.</p> <p>Tipo de actividad: Fusión y colada. <i>Microfusión</i> con cáscara cerámica y crisol incorporado.</p> <p>Tipo de horno: Horno para fusión, de construcción propia, fabricado con cemento refractario, <i>arlita</i> y manta cerámica de 4cm de grosor.</p> <p>Tipo de quemador: Quemador-soplete para trabajos con tela asfáltica, alimentado con gas-propano.</p>
--	--

Tabla 54.



Gráfica 9.



104. Dos imágenes obtenidas durante la captura de fotografías con la cámara IRI 4010. Izquierda: imagen del techo de yeso del local-taller sevillano. Derecha: imagen del horno en el que se observa el poder calorífico de las llamas emitidas durante la fundición con respecto a la temperatura ambiente del espacio.

OBSERVACIONES:

Con respecto a la temperatura del interior del taller, observamos un aumento considerable. En la gráfica (9) puede verse que durante la actividad el local ascendió de 19 a 25°C.

Es llamativo observar como el aumento de temperatura ha sido muy similar en el exterior del taller donde la experiencia no repercute térmicamente. Hay que tener en cuenta la evolución natural de la temperatura a lo largo del tiempo de desarrollo de la prueba, que es lo que se percibe en las mediciones en el exterior. Es natural que suba la temperatura en el exterior algunos grados desde las 10 a las 12 de la mañana.

La pared lateral más cercana al horno no ofrece muestras de verse muy afectada por la radiación térmica generada por la actividad, la zona del techo sobre el horno, sin embargo si presenta un aumento térmico claro.

El *falso techo* o techo suspendido del local es de yeso (producto comúnmente denominado como *pladur*), más decorativo que otra cosa pero que según las características facilitadas en su ficha técnica este tipo de materiales no es combustible –reacción al fuego A2 s1 d0- y su estabilidad térmica es buena. Si tenemos en cuenta las exigencias ante la seguridad en materia constructiva pormenorizadas en el Código Técnico de la Edificación, la *estabilidad portante*¹²¹ del techo de un local de estas características ha de ser como mínimo catalogada como R90¹²², por lo que un calentamiento por radiación de esta naturaleza tiene un escaso impacto en la estructura del edificio, o como suele decirse un impacto térmico despreciable. Nos referimos evidentemente a las exigencia técnicas que recaen sobre la estructura portante propiamente dicha de este tipo de edificaciones, y no al añadido de yeso que solo oculta el forjado real del local, por ejemplo en este caso de vigas de hormigón armado y bovedillas cerámicas.

Dicho lo cual la temperatura máxima alcanzada por las placas de yeso situadas sobre el horno, 44°C, puede suponer un riesgo a largo plazo para dichas placas que pueden perder parte de sus propiedades físicas (como producto por ejemplo de una alta deshidratación que suponga una situación crítica para el material), pero sin embargo la actividad no supone un riesgo para la estructura portante del espacio de trabajo.

¹²¹ Este término alude a la resistencia que ha de tener el material para conservar sus propiedades mientras es sometido a altas temperaturas durante un tiempo determinado.

¹²² El nivel de riesgo de un edificio viene determinado por el uso, su superficie construida y su altura. En función de estos parámetros se determina el nivel de protección general que requiere el edificio. Los locales y zonas de “riesgo especial” que requieren protección adicional, están catalogados según uso y superficie y/o volumen, de acuerdo con los criterios del Código Técnico de la Edificación (CTE) distinguiéndose tres niveles de riesgo: de “riesgo alto”; de “riesgo medio”; de “riesgo bajo”. Curso de Inspección y evaluación del riesgo de incendio en el ámbito laboral Seguridad de Incendios en los edificios CTE DB SI. INSHT CFNMP – afc, 14 y 15 de junio de 2012, p.12 [En línea] Disponible en Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Formacion/CNMP_Sevilla/ficheros%202012/SeguridadCont incendioEdificiosCTE.pdf



105. Imagen del forjado principal del taller-local en el que se hicieron los registros termográficos, oculto tras el falso techo de yeso. Podemos ver que está construido con vigas de cemento y bovedillas.

Elementos constructivos como las vigas de hormigón armado que hemos mencionado, son sometidos a una serie de pruebas con el fin de comprobar su resistencia al calor, y puede decirse que estos elementos llegan alcanzar los 300°C sin perder sus propiedades¹²³.

Las estructuras de madera responden increíblemente bien ante las altas temperaturas, *hasta con 1000°C se ha comprobado que la madera estructural que no ha entrado en contacto con el fuego, resiste bien la temperatura, carbonizándose superficialmente*¹²⁴.

En este proceso endotérmico donde el material se va calentando hasta llegar a temperaturas de 100°C. A partir de este momento la temperatura sigue creciendo y se desarrollan gases pirolignosos, porque la madera se oxida y se ennegrece. Cuando se llega a cerca de los 275°C (variable según las especies), se produce la ignición y la reacción pasa a ser exotérmica, con pérdida importante de material en forma de CO₂ y volátiles combustibles. Se ha de destacar el hecho de que la madera necesita llegar a esta temperatura en su superficie durante un cierto tiempo, con presencia directa de la llama para que se produzca la ignición. Sin la presencia de la llama sería necesaria una temperatura superior a los 400°C durante un periodo de tiempo superior. A partir de este punto, la evolución de la combustión se sitúa en una franja (zona de pirolisis) que va

¹²³ Galán Esmeralda, David; Launes Pino, Francesc-Xavler. Comportamiento del fuego según tipología de forjado. Proyecto fin de Carrera. (Dir.) Bosch González, Montserrat; Massaguer Mir, Sebastià. Universitat Politècnica de Catalunya, 2011, p. 13. [En línea] [09/05/2017] Disponible en web: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13568/PFC%20GALAN%20ESMERALDA%20DAVID%20LAUNES%20PINO,%20FRANCESC%20XAVIER.pdf>

¹²⁴ Ibídem, p. 21.

avanzando de forma constante hacia el interior, en una situación casi isoterma hacia los 400-500°C, consumiendo material que aún está intacto y convirtiéndolo en carbón que va formando una capa exterior en todo el perímetro¹²⁵.

En cambio, debemos tener máxima precaución con algunas estructuras de acero, u metales, para las cuales llegar a esas temperaturas supone riesgos a su integridad física. *El aluminio común, empleado como elemento de estructuras ligeras, pierde consistencia y rigidez entre 100-315°C. Entre los 600-700°C, la capacidad de resistencia del acero se reduce alrededor de un 30%. A continuación se presenta una tabla y su correspondiente gráfico sobre la resistencia de los materiales metálicos cuando estos se ven afectados por el fuego*¹²⁶:

	TEMPERATURAS Y RESISTENCIA DE LOS MATERIALES (°C)							
	100	200	300	400	500	600	700	800
	% de resistencia por relación a la temperatura base							
ACERO	109	125	121	97	57			
HIERRO FORJADO	104	112	112	96	76	42	25	15
HIERRO FUNDIDO	100	100	99	92	76	42		
ACERO ESTRUCTURAL	103	132	122	86	49	28		

Tabla 55.

Una vez se conozca las características del equipo, el espacio de trabajo y cuanto se encuentre contenido en él, pueden plantearse soluciones anexas como;

- El aislamiento directo al revestir con material aislante aquellas superficies y elementos arquitectónicos del taller que más se vean afectados por la radiación térmica.
- El diseño de estructuras con material aislante, permanente o no, que minimicen el impacto térmico sobre el taller y su contenido.
- El uso de conductos, extractores, campanas y demás componentes del sistema de extracción que soporten las altas temperaturas: de las emisiones de humo o gases producidas durante la actividad y de la radiación del horno.
- El diseño de un sistema de ventilación que reduzca la temperatura de las emisiones de gas y humo antes de salir al exterior o pasar por los filtros.
- La instalación de los equipos de aire acondicionado oportunos para intentar paliar - aunque sea mínimamente- el aumento de la temperatura ambiente del taller.

Para actividades donde las temperaturas son muy altas y la radiación térmica violenta, como en el descerado, sinterizado o cocción de moldes refractarios o sobre todo durante la fusión del metal, se aconseja recurrir a cabinas de aislamiento térmico, que cobijen los

¹²⁵ MARROT I TICÓ, Jordi. Comportamiento de las vigas de madera ante el fuego. *Ciencia y Tecnología de la Edificación. Blog de opiniones y reflexiones sobre el urbanismo, la construcción, la rehabilitación y el mantenimiento de edificios*. [En Línea] [05/11/2013] Disponible en web:

<http://jordimarrot.blogspot.com.es/2013/11/comportamiento-de-las-vigas-de-madera.html>

¹²⁶ Ibídem, p. 19.

hornos y quemadores y permitan maniobrar al escultor con la comodidad necesaria para trabajar.

El diseño a base de estructuras ligeras de metal, con ángulos a escuadra, y placas de material refractario puede resultar sencillo y práctico. Entre los objetivos nos plantearíamos conseguir fabricar estructuras versátiles que den respuesta a funciones diversas, o desmontables que no supongan un elemento permanente que haga perder espacio de trabajo al escultor.

Entre los materiales aislantes a los que el escultor puede recurrir destacamos: las placas de yeso y los productos fabricados en lana mineral. *Las Lanasy Minerales Aislantes son productos aislantes contruidos por un entramado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. (...). Están reconocidos internacionalmente como aislantes acústicos –por su estructura flexible- y térmicos –por el entrelazado que mantiene el aire inmóvil-, siendo, además, incombustibles, dado su origen inorgánico. (...)*¹²⁷. En líneas generales, este tipo de materiales presenta grandes ventajas; es ligero, flexible, se comercializa en un formato cómodo de trabajar y transportar – normalmente en paneles-, no es nocivo para la salud y su resistencia térmica es muy buena, soportando temperaturas por encima de los 700°C. Es un producto relativamente fácil de adquirir en centros de hogar, bricolaje y construcción, con un precio razonable, lo que lo convierte –junto a sus cualidades- en un buen recurso para que un escultor plantee estructuras aislantes versátiles en cuanto a diseño y movilidad.

Los paneles de yeso presentan ventajas similares, con el cuidado de atender a su posible deterioro debido a la deshidratación por exposición directa al fuego o a fuertes radiaciones térmicas.

En algunas circunstancias, incluso puede llegar a emplearse paneles o estructuras de madera como elementos aislantes, pues como vimos su entereza ante las altas temperaturas es notoria, pero se corre el riesgo de que puedan prender y causar otros riesgos.

¹²⁷ HERRANZ MÉNDEZ, Mónica. Lana Mineral. Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética. 2012, cap. 5. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. p.103. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: < <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf>>.

5.1.5. Mobiliario.

En ocasiones, no se llega a considerar seriamente las consecuencias que algunos elementos mobiliarios tienen sobre el taller, debido tal vez a la cotidianidad que los envuelve. Sus repercusiones son minimizadas por ser objetos de uso general y bien conocidos por cualquier persona. Digamos que la lógica los aplasta y los desprecia en este sentido. Sin embargo, en el marco de la presente tesis creemos que esos enseres que alberga el taller de un escultor, juegan un papel significativo para el espacio de trabajo de los escultores, llegando incluso a favorecer o dificultar la actividad del artista. No en vano el propio Instituto de Seguridad e Higiene da reconocimiento a este tipo de elementos; *La evaluación de un puesto tiene en cuenta el equipo, el mobiliario, y otros instrumentos auxiliares de trabajo, así como su disposición y dimensiones. La disposición del puesto de trabajo depende de la amplitud del área donde se realiza el trabajo y del equipo disponible, (...)*¹²⁸

La obra escultórica, como cualquier objeto tridimensional, demanda que se le reserve su espacio. Y no sólo cuando la pieza está concluida, durante su proceso de creación aún es más latente esa necesidad que cuando la obra está acabada. La colocación del mobiliario, el conjunto de estanterías, mesas, sillas, armarios, etc. debe planificarse adecuadamente para obtener el mayor rendimiento útil al taller, atendiendo a las posibilidades en su disposición, capacidad y versatilidad. Todo depende de la producción del escultor por supuesto, pero generalmente la obra escultórica, junto a los materiales y herramientas de trabajo, tienden a invadir horizontalmente el área de trabajo. Haciendo uso de estanterías, armarios o estructuras de obra puede evitarse en cierta forma esa apropiación de los planos horizontales del taller para *verticalizar* -por decirlo de algún modo- el almacenamiento. A menudo, comprar estos productos y estudiar su posicionamiento sobre plano, visualizando el espacio útil una vez integradas estas primeras piezas compositivas, le resulta al escultor una experiencia excitante. Está amueblando un ecosistema importante en su vida, definiéndolo, y eso es emocionante.

Algo tan sencillo como una mesa es a su vez un elemento ineludible. Se trata de uno de los muebles más significativos para el morador de un espacio habitable. Y en el taller es más necesaria su presencia que en cualquier otra parte. La mesa de trabajo es donde se piensa, donde el escultor medita ante la obra aún en fase de gestación. De ahí su importancia. En algunas versiones técnicas es el en suelo donde se llevan a cabo varios procesos, por ejemplo recuérdese que cuando vertimos el material refractario en encofrados cilíndricos de tamaño considerable éstos están en el suelo. O cuando preparamos los moldes para

¹²⁸ NOGAREDA CUIXART, Silvia.. *NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo*. INSH. 1999, p.3. [En Línea] [Consulta: 09/05/2017] Disponible en web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_387.pdf

recibir la colada, muchas veces los apoyamos en el pavimento. Pero sobre la mesa se llevan a cabo actividades más relevantes, relacionadas con la toma de decisiones, como el acabado o creación de la pieza en cera y la planificación del árbol de colada. En esos momentos el escultor necesita poner la pieza a su altura. Tiene algo de ciencia también; se trata de atender a la ergonomía implícita en el diseño de elementos de trabajo, de concebirlos como medios que pueden facilitar la vida al escultor o hacer que su trabajo sea más cómodo.

Continuemos con la mesa. Si direccionamos el análisis hacia la actividad que nos ocupa, teniendo en cuenta las fases y procedimientos que se llevan a cabo, puede resultar escaso disponer de una única mesa de trabajo. Se ha de diseñar el modelo a fundir; se ha de materializar; se ha de realizar un vaciado del modelo, bien para obtener un molde de reproducción, bien para conseguir el molde refractario; y por último se ha de dar el acabado al metal. Considerar la presencia de una mesa de trabajo específica para cada fase es desproporcionado y tan inapropiado como disponer tan solo de una mesa para todas estas prácticas.

Para el procedimiento de fundición a la cera perdida, se necesita un espacio para realizar los modelos en ese material e integrar el sistema de colada, teniendo en cuenta que las piezas en cera no pueden contener restos de escayola, arena, arcilla, metal o cualquier otra partícula que pueda permanecer en el interior del molde una vez descerado porque soporte las temperaturas. Si eso ocurre se corre el riesgo de que aparezcan defectos en la fundición o incluso que no llegue a colarse por completo la pieza. También en la preparación de moldes refractarios la superficie donde se trabaja ha de mantenerse libre de productos indeseados. Los materiales son muy específicos y no pueden contaminarse. Sobre todo evitar que los refractarios se mezclen con fragmentos de materia orgánica –como la cera– que pueden suponer un riesgo durante la cocción o en la colada.

Se deduce -y esto es importante- cuán conveniente resulta disponer en el taller de dos mesas lo suficientemente independizadas atendiendo a estas dos fases del trabajo. Puede tratarse de una mesa expresamente para el uso de ceras y otra para la preparación de moldes de fundición –moldes, por ejemplo, de arena en verde o cáscara cerámica- o bien contar con dos estructuras versátiles, fáciles de armar y desarmar, y a las que acudir cuando sea preciso. No se habla de reservar espacios, sino de superficies -de mobiliario en suma-.

La afinidad ente las labores de trabajo, tal vez sea el criterio para resolver el número de mesas necesarias en un taller de escultor. Se trata de un pequeño ejercicio estadístico:

	DISEÑO GRÁFICO	MATERIALIZACIÓN (en cera)	MATERIALIZACIÓN (sin cera)	MOLDE REPRODUCCIÓN	MOLDE REFRACTARIO	REPASO METAL
DISEÑO GRÁFICO	1	-	-	-	-	-
MATERIALIZACIÓN (en cera)	-	1	3	3	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE
MATERIALIZACIÓN (sin cera)	-	3	1	1 COMPATIBLE	2	2
MOLDE REPRODUCCIÓN	-	3	1 COMPATIBLE	1	1 COMPATIBLE	1 COMPATIBLE
MOLDE REFRACTARIO	-	INCOMPATIBLE	2	1 COMPATIBLE	1	2
REPASO METAL	-	INCOMPATIBLE	2	1 COMPATIBLE	2	1

Tabla 56.

Es habitual que los espacios sean divididos para optimizar el trabajo y para controlar cada fase sin que éstas se perjudiquen entre sí. Se tienen en cuenta por supuesto las incompatibilidades expuestas en la tabla (sobre estas líneas) y la solución suele ser poner espacio de por medio. Pero hay muchos talleres de escultura donde no se puede realizar un seccionamiento espacial así -donde el espacio es muy limitado- entonces, apoyándose en sus elementos mobiliarios el escultor planifica la actividad por fases.

Se ha tener en cuenta el peso que ha de soportar la superficie de trabajo durante la actividad. Un molde de cáscara cerámica, por ejemplo, tan solo requiere de una plataforma donde situar el recipiente de barbotina y donde poder aplicar los áridos. Una vez aplicada la capa de rebozado a la pieza, se traslada al secadero. El peso que ha soportar la mesa en este caso no es muy elevado, por lo que una estructura desmontable puede realizar esta función. Creemos que el empleo de caballetas y tablero, podría ser suficiente, y lo hemos visto en algunos centros –como en la Universidad de la Laguna-. Los baños de cáscara son un proceso mecánico que no necesita tiempos muy largos de trabajo y que suele darse por sesiones intermitentes en el tiempo.

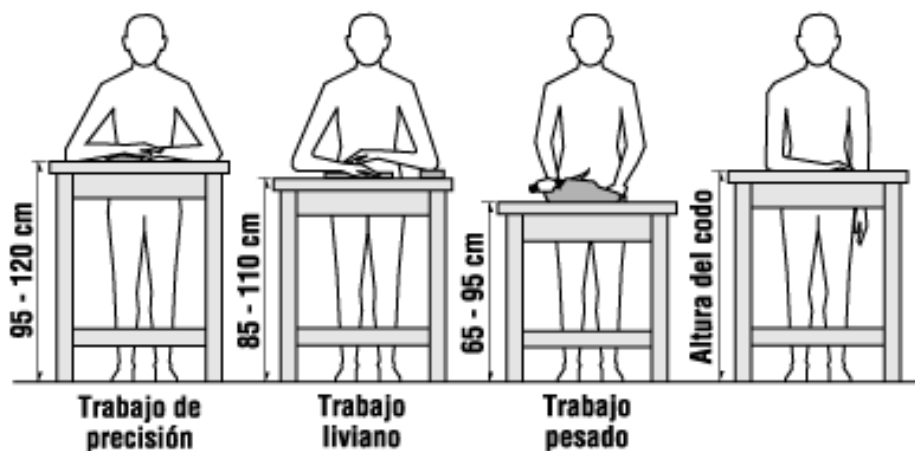
Trabajar con cera, sin embargo, puede requerir sesiones de trabajo más continuadas en el tiempo. No nos referimos a la colocación de bebederos y vaso de colada una vez concluida la pieza, sino la fase de creación del modelo a fundir. Muchos escultores pueden considerar conveniente disponer, en este caso, de una mesa permanente y no recurrir a estructuras temporales, decisión que facilitaría en cierto modo el adaptar a estos elementos un equipo de extracción y tratamiento de humos adaptado a las necesidades.



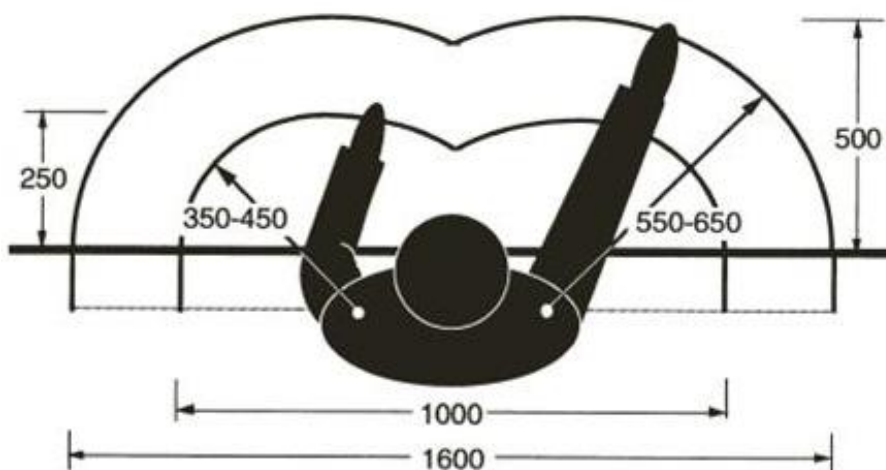
106. 107. Izquierda: Mesa resuelta con caballetas de madera y tablón, empleada en el aula de Fundición de la Facultad de BB. AA. de la Laguna durante el proceso de reparación de moldes de cáscara cerámica. 2013. Derecha: Mesa para el trabajo con ceras en el taller de Venancio Blanco. 2008.

Una mesa de trabajo para el acabado y repaso del metal es quizás más claro de ver como un elemento fijo dentro del taller de un escultor. Las operaciones con metal suelen ser habituales en este campo, pues es un material de creación directa muy apreciado. El artista suele llevar a cabo obras de carácter constructivo, fabricar soportes e incluso con metal llega a hacerse sus propios muebles de taller. Lo cierto es que es un material que genera gran cantidad de partículas y residuos poco compatibles con otros como la cera, cáscara cerámica o arena de moldeo. Sobre todo es un proceso que requiere de una superficie estable y sólida, desestimándose en cierta forma las adaptaciones temporales. Pero el taller de escultura, como se ha dicho, parece necesitar de este tipo de muebles; una mesa robusta, amplia, apta para cualquier trabajo de bricolaje, para ensamblar, tallar, soldar,... un banco de trabajo de estas características es casi un símbolo identificativo de este lugar. Las dimensiones de una mesa de trabajo dependen de los objetivos del escultor y el formato de piezas que se trabaje. Si se trata, por ejemplo, de obras de pequeña envergadura, un caballete de modelar o un pequeño torno de mesa pueden ser suficientes sin la necesidad de tener permanente una mesa de uso exclusivo para tal o cual labor. En cuanto a la altura, es la naturaleza del procedimiento y el papel activo del escultor lo más determinante, y no el formato de la pieza; *Diferentes investigaciones y la experiencia demuestran que, para una tarea que debe realizarse de pie, la superficie de trabajo normalmente debe estar un poco por debajo de la altura del codo. Tendremos que tener en cuenta que: las tareas que requieran un grado moderado de fuerza y precisión, se situarán entre 50 y 100 mm por debajo del codo; las tareas de manipulación delicadas (incluida la escritura), se situarán entre 50 y 100 mm por encima del codo; las tareas de manipulación pesadas (en particular en las que se realiza presión), se situarán entre 100 y 200 mm por debajo de la altura del codo; las tareas que conllevan levantar y transportar pesos, se colocarán entre la altura de los nudillos y la altura*

del codo; y que para las tareas que requieran control manual, se situarán entre la altura del codo y la altura del hombro¹²⁹.



108. Altura del plano de trabajo adaptado a las posiciones de trabajo y al esfuerzo que demanda¹³⁰.



109. Vista horizontal en la que se incluyen los arcos de alcance o maniobrabilidad horizontal en un puesto de trabajo estándar.

¹²⁹ RESCALVO SANTIAGO, Fernando, et al. *Concepción y Diseño del Puesto de Trabajo*. [En Línea] [Consulta: 09/05/2017] Disponible en web, p.309.

<http://docplayer.es/4075035-Capitulo-11-concepcion-y-diseno-del-puesto-de-trabajo.html>

¹³⁰ GÓMEZ-CONESA, Antonia. *Diseño del puesto de trabajo. The desing of the job. Fisioterapia*. 2002, vol.24, p.23. [Consultado: 9/5/2017. Disponible en web: <<http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-diseno-del-puesto-trabajo-S0211563801730143?referer=buscador>>

Herencia de nuestros referentes universitarios y estrechamente vinculados a las vertientes técnicas con cáscara cerámica encontramos; la cabina o arca para la aplicación de áridos y el túnel de secado.



110. 111. Izquierda: Zona destinada a la aplicación de áridos en el aula de fundición de la Facultad de BB. AA. de Valencia. 2013. Derecha: Zona de secado para moldes de cáscara cerámica localizada en el aula de fundición de la Facultad de BB. AA. de Barcelona. 2014.

El cajón para los áridos, no es más que un recinto donde limitar la actividad, controlando el material y las emisiones de polvo. En ocasiones, esa función es desempeñada incluso por una simple caja de cartón o una palangana de plástico. Sus dimensiones están vinculadas al tamaño de las piezas, pues ha de disponer del espacio suficiente para poder manejarlas con comodidad. Tras aplicar el árido, el material sobrante se conserva para la siguiente capa. Esta recuperación ha de resultar fácil y a la vez, si es posible, conseguir tamizar el material para descartar grumos que puedan afectar a la homogeneidad del siguiente rebozado. En los espacios universitarios o empresariales, donde se trabaja con cáscara cerámica, cada granulometría posee su propio recinto y las piezas pasan de uno a otro en cada rebozado. Esto es excesivo para un taller de escultor. Si analizamos por partes la operación tendríamos un espacio de trabajo donde sustentar la pieza; con una superficie sobre la que pueda colocarse en caso de que se necesite ambas manos; un lugar donde tener el árido; una superficie que haga la función de tamiz; un receptáculo que permita disponer de nuevo del material. Tras cada aplicación de material cerámico, la pieza ha de secar debidamente. Y éste es un punto importante para este tipo de moldes. Un secado insuficiente puede dejar zonas húmedas y provocar el desprendimiento de las capas posteriores, o incluso provocar durante la sinterización la descomposición del molde. Se recomienda mantener las piezas en zonas reservadas, donde sean expuestas de forma directa a una corriente de aire continuo. Un túnel de secado no es más que una estructura sencilla que acota el espacio donde secar los moldes refractarios; en pocas palabras, un conducto de ventilación forzada. El uso de este tipo de acondicionamientos puede acelerar bastante el proceso de fabricación

de un molde de cáscara cerámica, como han demostrado investigaciones llevadas a cabo por los doctores Carmen Marcos y Joan Valle¹³¹.

El diseño de estos elementos mobiliarios también se encuentran determinados por el peso que deben soportar durante sus funciones y los principios ergonómicos básicos para el uso adecuado que el escultor ha de hacer de ellos.



112. 113. Izquierda: Sistema de secado de moldes de Barcelona. Derecha: Sistema de secado de moldes de Cuenca.

Si bien no es necesario disponer físicamente de un túnel de secado, pues la experiencia ha demostrado que se puede llevar a cabo la labor en una simple mesa o la balda de una estantería y la ayuda de un ventilador (obsérvese la imagen sobre estas líneas), su uso optimiza el flujo de aire al reducir su volumen de acción y direcciona su recorrido directamente a los moldes.

¹³¹ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen, et al. Evolución e introducción del sistema de Cáscara Exprés con refuerzo generalizado de fibra de vidrio en los talleres de fundición de las Facultades de Bellas Artes de Barcelona, Cuenca y Valencia. En: *Actas del II Congreso Internacional de Investigación en Fundición Artística. 26-27 de noviembre de 2009*. [CD]. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. 2009.

5.1.6. Espacio de almacenamiento.

Los materiales implicados en fundición artística necesitan conservarse en un lugar donde sus propiedades se mantengan estables, evitando también obstaculizar con ellos al escultor mientras trabaja.

Para integrar una actividad tan compleja como la fundición artística, el escultor –como lo hicieron sus predecesores ha de ser consciente de que es necesario mantener un cierto orden y limpieza en el taller, porque varias fases de trabajo así lo requieren. Gastón Bachelard, en su “Poética del espacio”, señala algo muy interesante al respecto del orden y los objetos destinados a ese fin, un comentario que puede dirigirse al escultor: *Poner cualquier cosa, de cualquier modo, en cualquier mueble, indica una debilidad insigne de la función de habitar*¹³². Una observación muy apropiada, pues no podemos decir que habitamos nuestro taller sin preocuparnos por el orden imperante entre sus paredes.

Podemos barajar como posible, que el artista disponga de más de una estancia para trabajar y una de ellas sea reservada exclusivamente como almacén. Pero a veces esta circunstancia constituye un lujo que no puede permitirse y se dispone únicamente de espacio único y diáfano sobre el que ha de planificarse. Analizar en profundidad como reservar físicamente una zona como almacén, donde recoger los moldes, los sacos de cemento, carbón, bloques de cera, etc... es sustancial, ya que se está determinando una *zona de actividad muerta* –por decirlo de alguna manera-, por lo que no interesa que este reservado acapare mucho espacio útil de trabajo. Antes de practicar un cerramiento o de empezar a comprar los productos necesarios para fundir, creemos que el escultor ha de echar un vistazo a su taller y pensar bien cómo va a resolver el asunto. Hay situaciones donde lo prioritario es evaluar primero el espacio del que se dispone y sopesar el área que se está dispuesto a ceder, antes incluso de abastecerse de un combustible u optar por una técnica de fundición artística concreta.

Existen dos situaciones claras con respecto al acotado físico de una zona y su reserva para almacenamiento; Por una parte, podría ser que el taller dispusiese a priori de una habitación y se adaptase a su objetivo o por el contrario, que la naturaleza diáfana del lugar le ofrezca la opción de fabricarse él mismo un espacio. Crear una estancia nueva, en un local por ejemplo, hoy día es considerado una obra menor. Las placas de yeso y cartón para reformas de este tipo son relativamente sencillas de instalar, con un coste moderado y se adaptan muy bien a estos planteamientos en materia de diseños de espacios de trabajo. No obstante, no todos los espacios de almacenaje son habitaciones o estancias cerradas físicamente. Es común ver como en un taller de escultor los materiales son depositados y organizados sin necesidad de aislarlos en una habitación. Resulta interesante observar qué

¹³² BACHELARD, Gaston. *La poética del espacio*, p. 112.

partes del taller se encargan de mantener al margen esos elementos de uso esporádico, aparcados junto a la pared o emplazados en un rincón, como órganos físicos del lugar.

*(...) Primeramente, el rincón es un refugio que nos asegura un primer valor del ser: la inmovilidad. Es el local seguro, el local próximo de mi inmovilidad. El rincón es una especie de semicaja, mitad muros, mitad puerta. (...) la dialéctica de lo de dentro y lo de fuera*¹³³. El rincón es un almacén sin paredes, descubierto a la vista pero, sin embargo, inmóvil e imposible a la actividad del taller. Bachelard hace referencia a la relación de este espacio con las personas, con su infancia; el rincón es soledad, es un lugar donde pensar en silencio, pero en el taller es distinto, el taller en sí es un espacio donde meditar y pensar en la escultura, un espacio de creación donde los rincones son otra cosa. Son más bien estancias inmóviles donde esperan su momento los ingredientes de una futura escultura, como una alacena al descubierto. O el rincón donde piensan las obras terminadas. Pero almacenes al fin de al cabo. El sistema de almacenamiento en estos casos es denominado en bloque. Es decir, los elementos (cajas, cubos, sacos,...) se apilan unos sobre otros. El acceso a éstos es complejo, pues solo están directamente al alcance del escultor los materiales de primera línea y los más altos, para acceder a uno situado en el interior del conjunto la cosa se complica. Se deben retirar todos los elementos que se interponen a su acceso y recolocarlos después. La irregularidad en las formas y formatos dificulta este sistema.

*En el armario vive un centro de orden que protege (...) contra un desorden sin límites. Allí reina el orden o más bien, allí el orden es un reino. El orden no es simplemente geométrico.*¹³⁴

El armario es un mueble de almacenamiento usual en el cualquier taller dedicado a las artes plásticas. Protege y oculta su carga al exterior, algo que agradecen muchos productos y materiales a los que pueden afectarles las condiciones externas como la luz, la temperatura, el polvo,... Muchas operaciones en escultura sabemos emiten partículas que, aun siendo controladas desde el foco de emisión, pueden cargar el ambiente y terminar cubriendo el espacio de taller. Durante la fabricación de moldes de cáscara cerámica, en la fase de baños, por ejemplo, encontramos ese tipo de riesgos. Si estas partículas en suspensión terminan por depositarse en los equipos eléctricos pueden llegar a dejarlos inservibles.

Los productos químicos precisan notoriamente de un almacenamiento más reservado que el que les pueda dar una estantería. En las normativas universitarias podemos encontrar bastante información al respecto, con cierta facilidad, y atender a la compatibilidad entre sustancias químicas de uso común en los talleres, especificándose incluso las cantidades permitidas en una sola unidad de almacenamiento.

Es importante no olvidar el discurso de este proyecto, que pretende facilitar la inclusión entre las actividades del taller de una técnica artística donde el manejo del fuego y las

¹³³ Ibídem, p. 172.

¹³⁴ Ibídem, p. 112.

temperaturas es relevante. El escultor ha de tener controlados y conocer muy bien los productos químicos -o cualquier otra sustancia- que tenga en su espacio de trabajo y a la que pueda afectar gravemente los cambios de temperatura que se darán en el lugar durante la fundición. En este sentido recomendamos al escultor disponer siempre en el taller de una copia -impresa y visible a ser posible- de la siguiente tabla¹³⁵, donde se clasifican de forma general y según su naturaleza este tipo de productos inflamables. La simbología alfabético-numérica recogida en la tabla bien puede reconocerse en las etiquetas de varios productos habituales en talleres artísticos, por lo que han de tomarse las medidas oportunas para su conservación y almacenamiento, y si fuese necesario su retirada del taller:

CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS INFLAMABLES		
CLASE	CARACTERÍSTICAS	
A	Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15°C sea superior a 98.	
	A1	Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0°C.
	A2	Productos de la clase A que se almacenen licuados en otras condiciones.
B	Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55°C y no están comprendidos en la clase A.	
	B1	Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38°C.
	B2	Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38°C.
C	Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre los 55°C y 100°C.	
D	Productos cuyo punto de inflamación es superior a los 100.	
CANTIDAD MÁXIMA PERMITIDA EN ARMARIOS PROTEGIDOS		
CLASE	CANTIDAD (LITROS)	
A	100	
B	250	
C	500	
A+B+C	No sobrepasar las cantidades de A y B especificadas anteriormente.	

Tabla 57.

La escultura, se ha dicho, tiende a la horizontalidad, lo cual supone un grave inconveniente para el escultor que ha de disponer del máximo espacio de trabajo útil en ese sentido. La presencia de materiales, objetos, piezas escultóricas,... supone un obstáculo físico en el taller si no se adecuan debidamente. Sobre este particular hemos comentado que las estanterías son infraestructuras relevantes, elementos aliados del escultor y un buen recurso para alcanzar el objetivo de *verticalizar* el espacio de almacenamiento. Son como armarios abiertos, sin secretos, pero cuya funcionalidad sigue siendo la misma; organizar

¹³⁵ Clasificación y almacenamiento de sustancias químicas, en base a los documentos sobre Prevención de Riesgos Laborales facilitados por la Universidad de Jaén. [En línea][Consulta: 09/05/2017] Disponible en Web:

http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/prevencion/almacenamiento_productos_quimicos.pdf

los elementos de trabajo mientras no estén en uso. Tal vez se trate del sistema de almacenaje más conocido en los talleres y uno de los más eficientes. El escultor tiene acceso directo a cada elemento situado en la estantería, sin dificultades y su distribución en baldas permite organizar los objetos en determinadas secciones; una balda para materiales de modelado, otra para moldes, para los áridos, para herramientas, para pigmentos,...etc.

La posibilidad de desplazar temporalmente una estantería puede significar conseguir el espacio necesario para llevar a cabo una actividad que de lo contrario no podría realizarse. Tal vez, el simple hecho de alejar el armario de los productos químicos del foco de calor donde tendrá lugar la fusión de metales o el descerado de un molde, ya justifique el dotar a estos elementos de ruedas.

En materia de fundición artística, en líneas generales, podría decirse que algunas fases de trabajo demandan este tipo de espacios reservados, de estancias adaptadas a las exigencias del proceso. El mejor ejemplo lo encontramos durante el secado de moldes de cáscara cerámica. Existen los secaderos, sobre todo en la industria aunque también en algún aula de universidad, donde los moldes permanecen en un ambiente adaptado a sus necesidades. Lugares donde se controla la temperatura y el flujo de aire, o incluso se dispone de un sistema de ventilación forzado direccionado a los núcleos de aquellas piezas que lo requieran.

El almacenamiento, puede ser considerado un factor de influencia leve en el proceso de integración entre fundición artística y taller de escultura, sin embargo, una mala planificación al respecto puede llegar a afectar seriamente a la práctica de la actividad, incluso impedirla.

5.1.7. Movilidad y posicionamiento.

En este apartado analizamos algunas cuestiones que son bastante conocidas por circunstancias personales, pero que escasamente suelen tratarse en los centros de formación artística:

- El papel de los medios de transporte en la actividad profesional y personal de un artista y la posición de éstos entre el lugar de trabajo y los puntos de abastecimiento.
- La importancia del posicionamiento del lugar de trabajo de un escultor con respecto a los servicios mínimos y cómo repercute la proximidad o el distanciamiento de proveedores y tiendas especializadas.

5.1.7.1. La disposición de un vehículo.

No tener cerca un polvero, o vivir en el centro y tener que acercarse continuamente a los polígonos industriales con el fin de conseguir metal, refractarios o combustible, supone un gran inconveniente para la continuidad de una técnica que depende de tales servicios. Finalmente las dificultades para conseguir los recursos llevan al escultor a cesar la actividad.

Disponer de un medio de transporte favorece la movilidad del escultor, tanto para conseguir materiales como para trasladar los equipos de trabajo de un lugar a otro. Es difícil iniciar una actividad escultórica, y aún más iniciarse en fundición artística, sin disponer de medios de transporte.

Aunque sea poco analizado, se trata de un factor que influye decisivamente en el proceso de integración de una técnica artística en el taller de escultor, sobre todo si el propósito es conseguir que la actividad se establezca y permanezca. Si se dispone de medio de transporte -además de diferentes espacios de trabajo- el escultor puede plantearse la división de tareas, siempre y cuando el vehículo lo permita o se adapte adecuadamente el equipamiento para poder ser transportado en él.

Una vez conseguido el equipo y los materiales necesarios para empezar a trabajar, el escultor puede realizar una parte del proceso en su taller -modelar, preparar las ceras, los moldes, etc.- y aquellas actividades donde ha de intervenir el fuego y las altas temperaturas en otro lugar más apropiado. Actuar de ese modo, exige una buena planificación de la actividad pero también conlleva sus ventajas.

CASO	VEHÍCULO		Nº DE TALLERES	TALLER APTO PARA ACTIVIDADES CON FUEGO		PROXIMIDAD A TIENDAS Y PROVEEDORES	
	SI	NO		SI	NO	SI	NO
A	SI		1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER	APTO		PROXIMO	
B	SI		1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER	APTO			LEJOS
C	SI		1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER	APTO			LEJOS
D	SI		1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
E	SI		1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS
F	SI		1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
G	SI		1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS
H	SI		1º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
I	SI		1º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS
J	SI		1º TALLER		NO APTO		LEJOS
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS

K	SI		1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER				
L	SI		1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER				
M	SI		1º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
			2º TALLER				
N	SI		1º TALLER		NO APTO		LEJOS
			2º TALLER				
Ñ		NO	1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER	APTO		PROXIMO	
O		NO	1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER	APTO			LEJOS
P		NO	1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER	APTO			LEJOS
Q		NO	1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
R		NO	1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS
S		NO	1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
T		NO	1º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
U		NO	1º TALLER		NO APTO		LEJOS
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS
V		NO	1º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
			2º TALLER		NO APTO		LEJOS
W		NO	1º TALLER	APTO		PROXIMO	
			2º TALLER				
X		NO	1º TALLER	APTO			LEJOS
			2º TALLER				
Y		NO	1º TALLER		NO APTO	PROXIMO	
			2º TALLER				
Z		NO	1º TALLER		NO APTO		LEJOS
			2º TALLER				

Tabla 58.

5.1.7.2. La situación del local en relación a su abastecimiento.

Estrechamente relacionado con la falta o disponibilidad de un medio de transporte se encuentra la localización geográfica del taller. Es posible que éste se ubique en la ciudad, en la periferia o en zonas totalmente independientes al área urbana.

En el último caso, si se trata de un espacio de trabajo incluido en la vivienda habitual del escultor, es muy probable que se disponga de medio de transporte propio o en su defecto de buena conexión mediante transporte público con la ciudad.

Aun disponiendo de un espacio de trabajo en la urbe o bien comunicado, empresas dedicadas a la venta de material refractario o de metales como el bronce, latón o aluminio, no es que abundan en exceso en las ciudades. Suelen ser grandes centros de almacenamiento y distribución encargados de cubrir la demanda del sector activo en toda

la Comunidad Autónoma, como fundiciones, constructoras, fábricas de tornillería, metalisterías, etc.

Se plantea una serie de variantes:

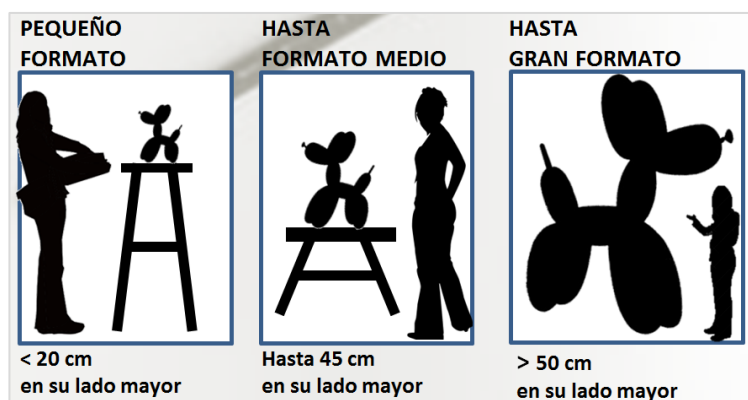
- a. Se dispone de vehículo y dos espacios de taller, ambos aptos para las fases de trabajo con fuego y próximos a proveedores.
- b. Se dispone de vehículo y dos espacios de taller ambos aptos para las fases de trabajo con fuego, uno cerca de proveedores y otro lejos.
- c. Se dispone de vehículo y dos espacios de taller, ambos aptos para la fundición artística, pero lejos de proveedores.
- d. Se dispone de vehículo y dos espacios de taller, uno apto para las fases de trabajo con fuego y próximo a proveedores y otro, no apto para fundición pero próximo a proveedores.
- e. Se dispone de vehículo y un espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego, próximo a proveedores.
- f. Se dispone de vehículo y un espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego, pero lejos de proveedores.
- g. Se dispone de vehículo y un espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego pero lejos de proveedores.
- h. Se dispone de vehículo pero no de espacios de taller aptos para las fases de trabajo con fuego, aunque están cerca de proveedores.
- i. Se dispone de vehículo pero no de espacio de taller aptos para las fases de trabajo con fuego, aunque uno está cerca de proveedores.
- j. Se dispone de vehículo pero no de espacios de taller aptos para las fases de trabajo con fuego, ambos lejos de proveedores.
- k. Se dispone de vehículo y de un solo espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego y cerca de proveedores.
- l. Si dispone de vehículo y de un sólo espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego pero lejos de proveedores.
- m. Si dispone de vehículo, pero de un solo espacio de taller pero no apto para las fases de trabajo con fuego y cerca de proveedores.
- n. Si dispone de vehículo pero de un sólo espacio de taller no apto para las fases de trabajo con fuego y lejos de proveedores.
- ñ. No se dispone de vehículo, pero sí de dos talleres aptos para las fases de trabajo con fuego y cerca de proveedores.
- o. No se dispone de vehículo, pero sí de dos espacios de taller aptos para las fases de trabajo con fuego, uno próximo a proveedores u otro lejos.
- p. No se dispone de vehículo ,pero sí de dos espacios de taller aptos para las fases de trabajo con fuego, pero lejos de proveedores.

- q. No se dispone de vehículo, pero sí de dos espacios de taller, uno apto para las fases de trabajo con fuego y cerca de proveedores y el otro próximo a proveedores. pero no apto para las fases de trabajo con fuego.
- r. No se dispone de vehículo pero sí de dos espacios de taller, uno apto para las fases de trabajo con fuego y cerca de proveedores y el otro no apto para las fases de trabajo con fuego y lejos de proveedores.
- s. No se dispone de vehículo, pero sí de dos espacios de trabajo, uno apto para las fases de trabajo con fuego pero lejos de proveedores y otro cerca de proveedores y tiendas, pero no apto para las fases de trabajo con fuego.
- t. No se dispone de vehículo y sí de dos espacios de taller, pero no aptos para las fases de trabajo con fuego, aunque ambos próximos a tiendas y proveedores.
- u. No se dispone de vehículo y sí de dos espacios de taller, pero no aptos para las fases de trabajo con fuego y lejos de tiendas y proveedores.
- v. No se dispone de vehículo y sí de dos espacios de taller, pero no aptos para las fases de trabajo con fuego, aunque uno está próximo a tiendas y proveedores.
- w. No se dispone de vehículo y sí de un espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego y próximo a tiendas y proveedores.
- x. No se dispone de vehículo y sí de un espacio de taller apto para las fases de trabajo con fuego pero lejos de tiendas y proveedores.
- y. No se dispone de vehículo y sí de un espacio de taller no apto para las fases de trabajo con fuego pero próximo a tiendas y proveedores.
- z. No se dispone de vehículo y sí de un espacio de taller, pero no apto para las fases de trabajo con fuego y lejos de tiendas y proveedores.

5.2. Parámetros Ostensibles en el Proceso de Integración

5.2.1. El Formato.

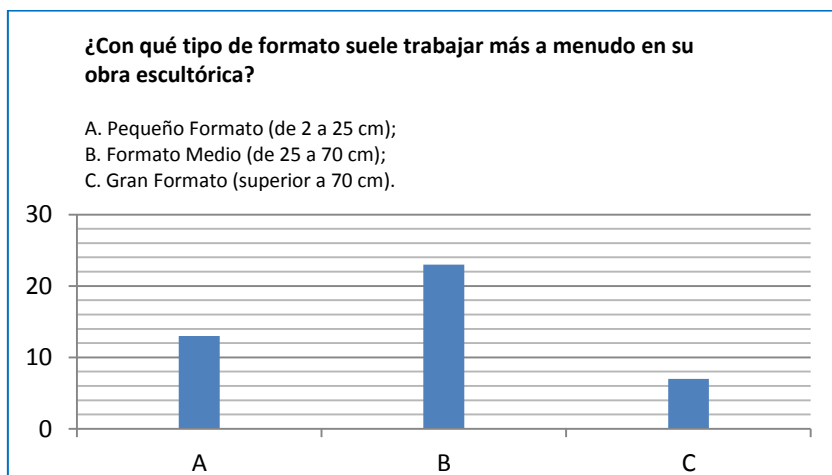
En la concepción de una obra escultórica la escala es un factor de gran importancia. Cualquier idea que desee materializarse ha de formalizarse a un tamaño, irremediamente, esto es algo tan obvio como relevante. El espacio físico del taller limita o condiciona en cierta forma el formato de las piezas que se realizaran en él, independientemente de que dispongamos o no de los recursos técnicos necesarios para abordar cualquier formato. Si el objetivo es materializar una escultura en piedra -o madera- cuya longitud mayor fuesen dos metros de alto, nos encontraríamos con dificultades al transportar el material o para conseguir la maquinaria que un formato de estas características condiciona. Sin embargo, una vez que el escultor dispone de esa colosal piedra en su taller el proceso técnico no sería radicalmente diferente con respecto a una piedra de menor tamaño. El tiempo, el esfuerzo dedicado a la talla y algunos factores más se verían afectados lógicamente, pero las infraestructuras o condicionantes constructivos del taller no sufrirían graves alteraciones. La historia de la fundición artística está llena de grandes hazañas en las que se nos describe el vaciado en metal de piezas monumentales sin fragmentar la obra, de una sola colada, pero también del gran despliegue de medios latentes tras esas proezas escultóricas. Está claro que existe un vínculo muy estrecho entre tamaño de la pieza a fundir, infraestructuras de taller y equipamiento o recursos técnicos a disposición del escultor. Con respecto a ésta y otras técnicas escultóricas por supuesto. Por ello el tipo de pieza que habitualmente se llega a realizar en el taller, así como su morfología, debiera ser un dato clarificado desde el principio de este proceso integrador que proponemos, antes incluso de continuar profundizando en el resto de parámetros. Por esta razón, en nuestro programa FAITE el formato de las piezas a fundir es solicitado al usuario justo después de que éste especificara su espacio de trabajo e incluso antes que se determinen las técnicas de fundición artística. En este caso hemos planteado tres referencias básicas:



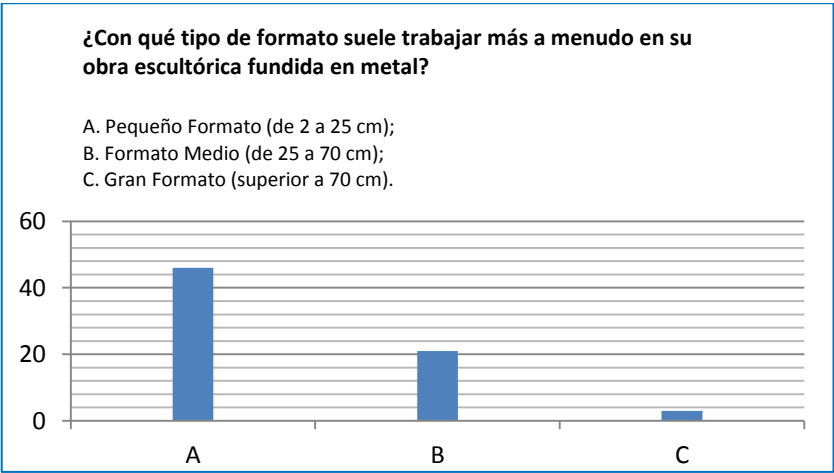
114. Fragmento seleccionado del programa FAITE en el que mostramos los iconos que visualizan el concepto de

A menudo, el artista novel al plantearse las posibilidades que una técnica le ofrece, proyecta o planifica con excesiva ambición. Queremos decir, que si a un escultor le planteásemos fundir en su taller y le preguntásemos concretamente ¿qué tipo de pieza fundiría si tuviese los medios, por ejemplo si tuviese que resolver desnudo erguido y en aptitud tensa? Tal vez piense en realizarla a tamaño natural, a escala 1:1. Lo más probable es que no piense en solventar sólo un estudio de pequeño-medio formato fundido en metal, pues es fácil olvidar que se trata de hacerlo en su propio espacio de trabajo, con los medios necesarios sí pero han de seguir siendo medios compatibles con el espacio y por tanto el proyecto no debería alejarse de su estado cotidiano. Solemos aspirar a grandes proyectos y tal vez pensamos poco en adaptar la técnica a los límites de nuestro taller y de nuestro trabajo.

Quisiéramos aclarar, aunque se va advirtiendo en nuestro discurso, que estamos analizando el formato desde su naturaleza más formal y física, manteniendo las distancias con el discurso artístico y las consecuencias estéticas. Estamos convencidos de que el formato no condiciona en absoluto a un buen proyecto escultórico. Esto es algo que parecen tener bastante claro los alumnos encuestados pues ante la pregunta *¿Con qué tipo de formato suele trabajar más a menudo en su obra escultórica?*, A. Pequeño Formato (de 2 a 25 cm); B. Formato Medio (de 25 a 70 cm); C. Gran Formato (superior a 70 cm). Los encuestados respondieron mayoritariamente que solían trabajar con formato mediano. Y lo que es aún más interesante, la mayoría de los alumnos que ya tienen conocimientos en fundición artística, por haber impartido o estar impartiendo la asignatura, señalaron el pequeño formato como el habitual en su obra en metal.

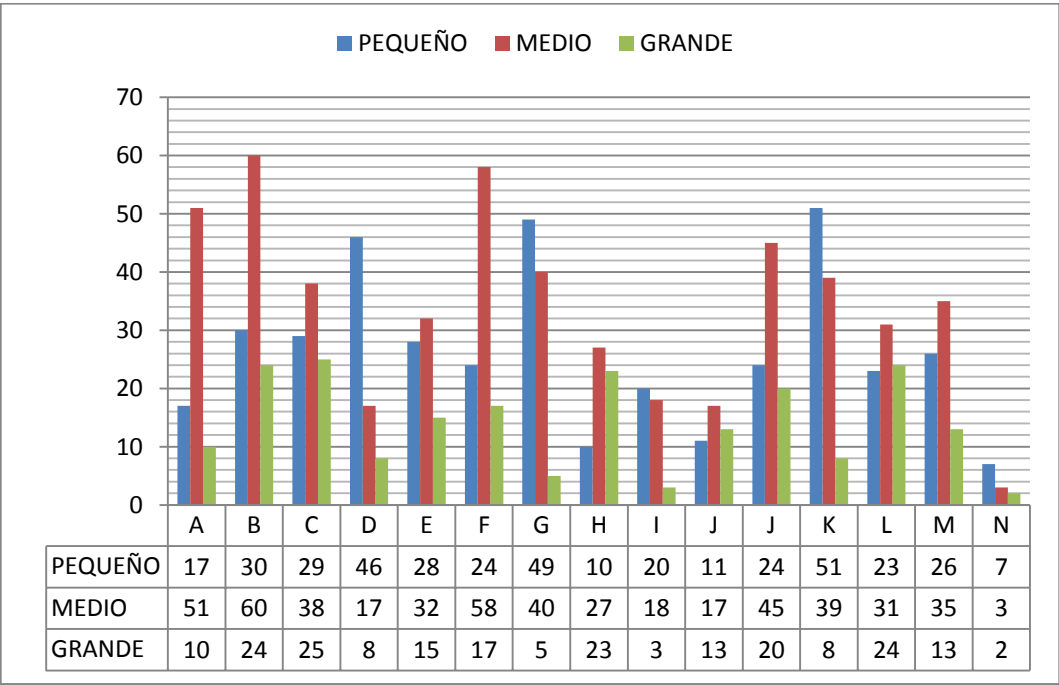


Gráfica 10.



Gráfica 11.

Del mismo modo, el formato pequeño fue señalado como el más apropiado para obras de metal fundido, cuando les pedimos que relacionasen formato y material:



A	PIEDRA	F	ESCAYOLA	J	MADERA
B	ARCILLA	G	CERA	K	METAL FUNDIDO
C	METAL/HIERRO...	H	CEMENTO	L	MATERIAL RECICLADO
D	PAPEL	I	VIDRIO	M	CERÁMICA
E	RESINA	J	VIDEOCREACIÓN	N	OTROS

Gráfica 12.

La profesora Dra. D^a. Fátima Acosta también nos aportó su opinión al respecto cuando la entrevistamos:

Andrés J. Naranjo: Ahora que ha dicho lo del formato ¿es importante? sobre todo cuando se tiene un espacio reducido de trabajo o en cuestiones de almacenamiento.

Fátima Acosta: O cuando tienes simplemente un horno de pequeña capacidad que te limita el tamaño de las piezas.

A. J. N.: ¿Eso limita la creatividad de las piezas?

F. A.: Que va, para nada. Para mí, pienso que no, la capacidad de creación que cada uno tenga está más en función de los límites que cada uno se quiera poner, o de las propias capacidades que tenga el individuo, que si las desarrollas y las abor das coherentemente, entre comillas, y tiene un ajuste en todo lo que estás buscando, yo creo que el tamaño... El tamaño depende y define más sobre todo dónde está la obra y cómo la presentas afuera, al exterior, porque una pequeña pieza de metal fundido bien presentada es tan digna como cualquier grande que pueda estar por ahí que también puede haber muchas indignas, ¿no? Hay muchas esculturas por ahí puestas que no sirven, que no están en el contexto, que como decimos aquí muchas veces son donaciones y no están justificadas que estén ahí, con una presencia que manda tanto en un espacio exterior, pero bueno... no está todo como a nosotros nos gustaría tampoco¹³⁶.

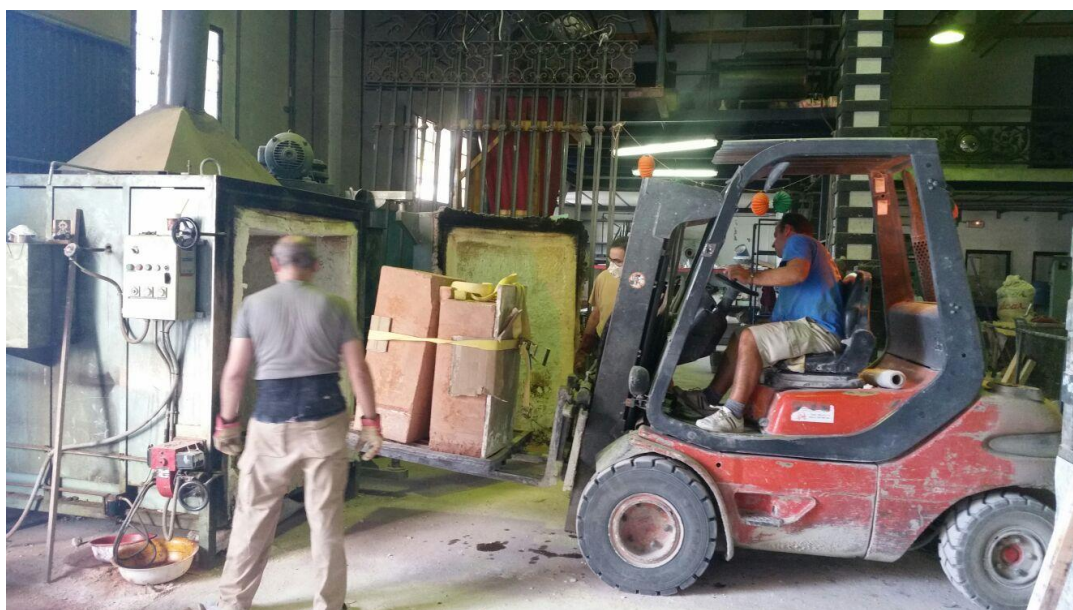
La fundición artística es una técnica escultórica de gran complejidad y ya hemos visto como son muchos los factores que se encuentran estrechamente unidos o relacionados entre sí durante todo su proceso. En sí la técnica no delimita el formato de la pieza escultórica, pero no podemos decir lo mismo en cuanto al espacio de trabajo, las infraestructuras o los equipos técnicos, que sí pueden verse afectados por los tañamos de la obra a fundir. Aumentar las dimensiones del modelo a fundir –sin entrar en detalles sobre su morfología– trabajando con moldes de olla, independientemente de si son de *chamota*, arena, yeso, picón o cualquier otro refractario, supone al menos:

- Poner al límite la estabilidad de los modelos a fundir realizados en cera. No olvidemos que a este material puede verse muy afectado por la temperatura ambiente; a mayor tamaño más tiempo manipulando el modelo en cera y mayor el riesgo de deformaciones -por ejemplo-.
- La complicación del sistema de colada.
- Se generan moldes muy pesados, lo que hace bastante más complicado su manejo, transporte o manipulación.
- Se dificulta el descere y deshidratado del molde, pues demanda una mufla mayor y en las curvas de temperaturas se verán aumentando los tiempos de cada una de esas fases.
- El horno de fundición ha de ser de mayor capacidad y potencia.
- Se hace casi inevitable la participación de más de una persona cualificada y de un sistema apropiado para el manejo y vertido del metal en los moldes, etc. que se complica notoriamente al aumentar la escala de las piezas.

¹³⁶ Entrevista a la profesora Dra. D^a. Fátima Acosta. Tenerife,

Recordemos, que en el método tradicional a la italiana, una vez finalizado el modelo en cera e incluido todo el sistema de colada, el molde refractario no requiere manipular en exceso el conjunto en cera –o en nada-. Sólo hay que llenar el encofrado vertiendo el refractario cuando aún está fluido. Es habitual colocar bebederos y vaso de colada sin sostener la pieza en cera a pulso, ésta se sitúa convenientemente en el lugar y posición que tendrá cuando se realice el encofrado y vertido del refractario.

Este es un aspecto positivo y la razón de que podamos admitir que se pueden trabajar con formatos bastante ambiciosos, mayores que en otras versiones de la técnica en las que el peso del modelo y todo el sistema de colada en cera llega a ser determinante. Ahora bien, una vez conseguido el encofrado la cosa se puede complicar bastante si tenemos que trasladar los moldes de gran formato de un lugar a otro del taller, por ejemplo si tenemos que introducirlos en la mufla para su descerado y cocción.



115. En esta imagen podemos apreciar las dificultades de trabajar con moldes de yeso y chamota de grandes dimensiones, en este caso se recurrió al uso de una carretilla elevadora para cargar y descargar la mufla. Priego de Córdoba 2016.

Cuando Mr. David Raid plantea una fundición acorde a las necesidades del taller, presenta en un primer momento la *Microfusión en Cáscara Cerámica con Crisol Incorporado* como alternativa a la técnica tradicional de olla, ésta última más adecuada a sectores profesionales y de pequeña industria. Se trataba de solventar piezas de kilo y medio, como máximo dos, de metal fundido. No pasará mucho tiempo cuando el escultor se interese por dar respuesta a formatos mayores, aunque manteniendo las ventajas de trabajar con un material como la cáscara cerámica, y separando el crisol del conjunto crisol, bebederos y pieza. En el *método directo en cascarilla* el uso de un crisol exento, como venía haciéndose en el método tradicional a la italiana, permite aumentar el formato de la pieza. Con la

técnica del *Crisol Fusible* del Dr. D. Juan Carlos Albaladejo, se vuelve al conjunto crisol, bebederos y pieza y se consiguen coladas automáticas de más de 20kg de metal, lo que supone piezas de un formato medio considerable. Es decir, la directa y fusible aumentan el formato con respecto a la *microfusión*, pero la naturaleza del molde de cáscara cerámica coacciona la posibilidad de realizar piezas de gran tamaño. Aunque en realidad, los medios de hoy permiten llegar a un formato o una escala mayor, gracias a las técnicas de soldadura. Hoy día la gran mayoría de las fundiciones profesionales resuelven este tipo de encargos con múltiples piezas soldadas entre sí. El riesgo es menor y el proceso es más rentable al trabajar con volúmenes más asequibles técnicamente hablando. Si el proceso de alguna de las partes sale mal, se repite, no se pierde el conjunto como sucede en una gran fundición monumental abordada mediante una sola colada. La evolución técnica en fundición artística ha tomado ese camino en lugar de perfeccionar las grandes coladas, que escasean y son cada vez menos frecuentes.

En líneas generales, podemos afirmar que a medida que aumentamos el tamaño de las piezas a fundir con moldes de cáscara cerámica:

- Se complica el sistema de colada.
- Se requiere de bebederos más robustos que soporten el peso de las piezas en cera y de las sucesivas capas cerámicas, lo que aumenta su volumen y peso y hace más complicada su manipulación –hasta la tercera capa estamos ante una cáscara bastante débil-. En algunos casos, como en *Crisol Fusible* con crisol incorporado los bebederos han de soportar el peso del metal depositado en el crisol.
- Dificulta el descere y sinterización del molde, pues se precisa una campana de descere mayor y se aumentan los tiempos del proceso.
- Además aumentan los riesgos durante el descerado, riesgos en la dilatación de la cera y por tanto, de la integridad física de los moldes y riesgos en el aumento de combustible presente en el descerado por choque térmico o gradual –no olvidemos que la cera es un combustible más presente en la combustión durante el descerado-.
- El horno de fundición ha de ser de mayor capacidad y potencia.
- Esto es significativo en *Crisol Fusible* con crisol incorporado, pues el horno ha de contener crisol, sistema de colada y pieza, con lo cual si el tamaño que ocupa ese tándem es muy grande demandará un horno que sea capaz de albergarlo.
- Ante los moldes de cáscara cerámica por colada directa, es el arca quien sufre las consecuencias de tener que dar cobijo a moldes de gran tamaño.
- En el caso de la fundición con moldes de cáscara cerámica de colada directa, con crisol exento, se hace inevitable la participación de más de una persona cualificada y de un sistema apropiado para el manejo y vertido del metal en los moldes, etc.

Las diferentes variantes técnicas propias de la fundición con cáscara cerámica dan respuesta a una gran variedad de formatos, más que adecuados para el taller de escultor.

Recogemos las palabras del profesor Dr. D. Albaladejo al respecto de las posibilidades de su técnica con fusible en este tipo de espacios:

No obstante, entendemos que el verdadero sentido de este diseño reside en fundiciones pequeñas de no más de 30 kg de crisol. No es desde luego una alternativa para el fundidor profesional sino precisamente para el que no lo es y éste es el espacio que pretendemos cubrir¹³⁷.

Si se tiene en cuenta la mano de obra existente en un taller de escultor, junto los medios escasos –o nulos- de los que suele disponer para cargar con grandes pesos, efectivamente es poco aconsejable superar los 30kg en bronce, también al fundir una pieza con molde de arena. Aunque, podría decirse que este tipo de moldes puede contener piezas de considerable tamaño y ocupar menos que si esas mismas piezas hubiesen sido resueltas con moldes de olla.

Por otra parte, los moldes de arena no han de ser descerados y cocidos antes de verter en ellos el metal, no existe al fundir a la arena una mufla que coarte el formato de las piezas. Un escultor que posea un horno de fusión y un quemador apropiados para fundir unos 20 o 30 kg de metal –pongamos que de bronce-, con la ayuda de una o dos personas durante el vertido, puede aprovechar la verticalidad, u horizontalidad, favorecida por la características físicas de un molde de arena y fundir una pieza de gran tamaño. Pero, al fin y al cabo, sigue suponiendo todo un riesgo trabajar tamaños excesivos en un taller pequeño. Puede decirse que la fundición con moldes de arena permite trabajar formatos grandes, de entre unos 70 a 100 centímetros en su longitud mayor –y más-, si el espacio de taller se lo permite, lo que la convierte en una de las técnicas más permisivas con respecto al formato de una pieza escultórica.

En fundición tradicional arcaica o primitiva, el formato es tan relevante como en su versión más contemporánea, la fundición con cáscara cerámica. Las piezas han de manipularse constantemente por el escultor, pues el molde se consigue aplicando capas sucesivas de la argamasa arcillosa propia de la técnica. En las últimas aplicaciones de arcilla se ha de reforzar todo el molde con una buena estructura de alambre y malla, a fin de que la matriz refractaria soporte las siguientes fases, y todo ese refuerzo ha de solventarse manualmente. Los moldes han de secarse y cocerse convenientemente y serán sometidos a grandes tensiones internas, si el formato es excesivo pueden surgir problemas graves. Y por ejemplo, en Burkina es habitual descerar al fuego, sobre una buena hoguera, y a medida que se va derritiendo la cera se coge el molde y se vuelca su contenido en un recipiente para recuperar así parte del material. Con formatos grandes esta manipulación puede ser compleja y peligrosa.

¹³⁷ ALBALADEJO, Juan Carlos. *Fundición a la cera perdida técnica del crisol fusible*, p. 33.

5.2.2. Temporalización aproximada del proceso.

De manera que podemos afirmar que los factores que intervienen en una combustión son: en primer lugar la naturaleza del material, en segundo la potencia de la fuente calorífica, en tercero la cantidad de oxígeno presente, y por último, casi olvidado, el factor tiempo.¹³⁸

El tiempo es un factor muy relacionado con el anterior y por supuesto importante en el contexto de nuestro trabajo. Todo proceso práctico conlleva un tiempo de realización y la mayor parte de las técnicas escultóricas requieren de unos tiempos de ejecución importantes, sin embargo, es difícil calcular con exactitud y precisión esos intervalos de tiempo. Lo que está claro es que aumentar las dimensiones de una pieza prolonga las fases de trabajo en cualquiera de las versiones estudiadas en fundición artística. Pues bien, intentamos con este apartado evaluar nuevamente cada fase de trabajo y averiguar cuál de las técnicas candidatas a formar parte del taller del escultor es la que robaría menos tiempo al artista.

Aclararemos que se trata de analizar las fases de trabajo propias del proceso en fundición desde que disponemos del modelo a fundir hasta que liberamos éste, ya en metal fundido, del molde refractario y eliminamos cualquier vestigio del proceso en fundición con el repaso final en frío¹³⁹.

- Diseño del Sistema de Colada.
- Realización Molde Refractario.
- Descere / Eliminación del Modelo, cocción o sinterizado del molde refractario.
- Fusión y Colada de Metal.
- *Desmoldeo* / Eliminación del Molde Refractario.
- Repaso en frío / Eliminación de Bebederos.

5.2.2.1. ¿Por qué no incluimos entre estos puntos la realización del modelo a fundir?

No creemos que se trate de una fase en la que sea posible cuantificar objetivamente los tiempos de trabajo que requiere. Siempre se ha dicho que el tiempo se detiene cuando un artista se enfrenta a una de sus obras, y aunque esa hipótesis bien daría para otra tesis, pensamos que algo de cierto hay. Sin embargo, es justo que mencionemos algunas cuestiones referentes a la realización de un modelo de fundición.

¹³⁸ MARCOS Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, p. 192.

¹³⁹ Por su puesto, esta última fase de repaso del metal, en la que suelen eliminarse los bebederos y todo el árbol de colada que incluimos durante el trabajo en cera, queda a merced de los caprichos y los objetivos del escultor, pues el artista puede considerar oportuno dejar parte de esos elementos necesarios por la técnica y que pueden terminar formando parte de la obra.

Si tras realizar una pieza escultórica, el escultor sabe cómo conseguir una copia que se elimine con facilidad del molde refractario, no tiene ninguna traba material en la creación de la pieza a fundir. Es libre en usar cuantos materiales desee en la creación de la escultura y después sacarle un molde, con la ventaja de que al hacerlo, este molde le permitirá obtener más de una copia para fundir. Para la industria es casi inevitable plantearlo así, ya que se tratan más bien de moldes de seguridad, que permiten repetir y salvar el trabajo en el caso de que la pieza tras colarse no saliese bien. Lo que no quiere decir, que deje de ser una posibilidad ventajosa también para cualquier escultor.

Si se opta por trabajar directamente en el modelo original, la elección de los materiales está condicionada por la función que desempeñan en el proceso. Recordemos que para que el molde de fundición quede hueco y listo para recibir el metal fundido ha de ser sometido a altas temperaturas para eliminar el modelo de su interior. También puede someterse a agentes químicos que ataquen al material del modelo e igualmente terminen por eliminarlo. En todo caso, sometidos a altas temperaturas o a agentes químicos, el modelo implicado en el proceso de fundición debe consumirse por completo, sin dejar restos que malogren el vaciado.

Por exposición a altas temperaturas, los moldes de cáscara cerámica son sometidos a un golpe térmico agresivo y de corta duración, mientras que otros moldes requieren una exposición al fuego más lenta y prolongada. Veremos algunos ejemplos un poco más adelante.

Si se trata de fundición a la cera perdida, está bastante claro con qué material es el que se resuelve el modelo a fundir, sin embargo la cera no está libre de ser sustituida por otras sustancias, y la profesora Dra. D^a Carmen Marcos clasifica algunos de éstas según su naturaleza¹⁴⁰:

Naturales:

- *Animales (insectos, pequeños reptiles, aves, fragmentos de animales...)*
- *Vegetales (hojas, plantas, tallos, flores, espinas, raíces...)*
- *Minerales (huesos, conchas, caparazones, piedras...)*

Sintéticos o fabricados:

- *Plásticos (poliestireno, polietileno, celulosa etílica, nylon, acetato de celulosa...)*
- *Plastelina.*

En realidad estos materiales no tienen por qué ser excluyentes, solo son recursos para el escultor. Algunas vertientes artísticas actuales, destacan incluso la esencia ecológica que posee el hecho de reutilizar muchos materiales.

¹⁴⁰ MARCOS, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*, p. 191.

En la siguiente imagen mostramos una pieza en proceso de Venancio Blanco, en la que se observa la inclusión de elementos de madera, aunque la cera es el material principal. Estos listones o palitos de madera suelen ser comúnmente empleados para crear estructuras o apuntalar en cierto momento partes de la pieza. En otros casos son parte integrante de la pieza y ejercen un papel primario.



116. Uno de los estudios taurinos del maestro salmantino Venancio Blanco. Modelo realizado en cera roja y palillos de madera.

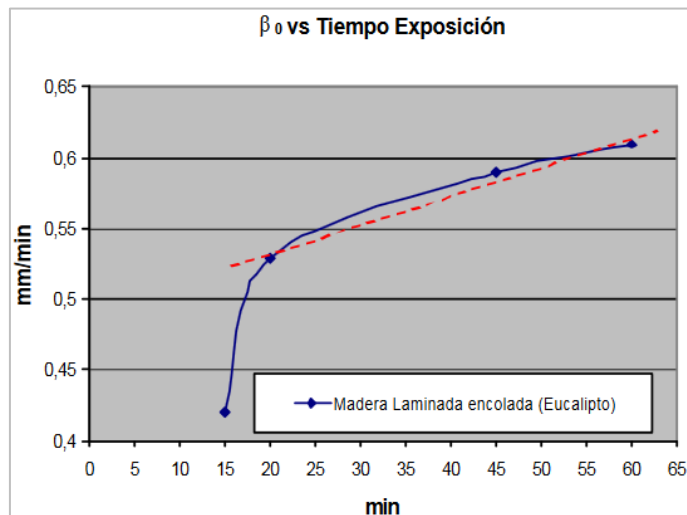
La madera combustiona con relativa facilidad y es apta para el modelo transitorio a fundir, pero hemos de mencionar algunos aspectos importantes, pues dependiendo del molde con que se lleve a cabo el proceso de fundición artística nos encontramos con unos condicionamientos u otros. El modelo en madera requiere de un tiempo de cocción considerable para consumirse por completo -por eso hablamos aquí de ello-. Si se trata de un proceso con moldes de cáscara, esto puede interpretarse negativamente ya que limita una de las propiedades mejor valoradas de su rapidez a la hora de descerar y sinterizar el molde con llama directa. Por el contrario, al trabajar con cilindros de *chamota* o similares, que de por sí el tipo de molde necesita ser sometido a las altas temperaturas durante un tiempo bastante prolongado, la presencia de algunos fragmentos de madera en su interior no genera muchos inconvenientes. En cualquier caso, la eliminación total de la madera precisa atención. En su proceso de descomposición en frágiles cenizas, la madera puede quedarse en un estado de carbonización inapropiado, persistiendo en el interior del molde residuos sólidos que provoquen texturas indeseadas, o lo que es peor que dificulten la colada y echen a perder todo el trabajo.

El Dr. D. Agustín Garzón Cabrerizo, en un estudio experimental sobre la velocidad de carbonización de estructuras en madera concluye que en la velocidad de carbonización

(valor expresado en mm/min) afecta fundamentalmente la densidad de la pieza de madera y su naturaleza, es decir su especie¹⁴¹. En su estudio incluye algunos valores interesantes para nuestro trabajo, como la *Profundidad de Carbonización* (d_{char}), la cual se encuentra determinada por la *Velocidad de Carbonización* (β) y el tiempo (t):

$$d_{char} = \beta * t$$

Obsérvese una de las tablas facilitadas por el Dr. D. Agustín Garzón:



Gráfica 13. Velocidad de carbonización (experimental) de estructuras de madera, en este caso de una muestra de madera laminada encolada de eucalipto. Parte del estudio del Dr. D. Agustín Garzón.

Es en los primeros 15 y 20 minutos del proceso cuando la velocidad de carbonización es mayor, por lo que podría deducirse que es la franja de tiempo donde más se avanza en el consumo de una pieza de madera. *Los valores más habituales están entre 0,5 y 0,9 mm/min*¹⁴². Si la pieza a fundir tiene secciones muy altas necesitará mucho más de veinte o treinta minutos en exposición al fuego, pues tras los primeros milímetros consumidos la velocidad de carbonización disminuye y muestra una ascendencia visiblemente más lenta. El ensayo de Agustín Garzón, enfocado a la ingeniería y concretamente al sector constructivo, basa su experimentación en vigas de madera, que entendemos no es el formato más próximo a nuestro caso. Incluso podría hablarse de incompatibilidad entre piezas de secciones muy gruesas con la técnica en fundición artística, pues muchos metales

¹⁴¹ GARZÓN CABRERIZO Agustín. *Estudio sobre la velocidad de carbonización experimental en estructuras de madera*. 2007, pp. 3-10.

¹⁴² *Ibíd*em, p. 3.

al solidificar generarían deformaciones y rechupes indeseados. Pero sin duda, nos ha servido para comprender el comportamiento de este material ante el fuego directo.

Carbonizar el modelo a fundir no es suficiente para dejar el molde listo para la colada. La carbonización o pirolisis es solo una fase en la descomposición de la madera, que puede ser lenta o rápida, según los objetivos. En el apartado dedicado al aislamiento térmico ya nos interesamos por el comportamiento de las estructuras sustentantes en madera durante un incendio, ahora citaremos al Prof. Dr. D. Márquez Montesino quien describe de la siguiente manera los cambios físico-químicos que sufre este material¹⁴³, y que nos permite conocer mejor lo que puede suceder dentro de un molde refractario que contiene algunas piezas de este material:

Desde 400°C hasta 700 °C estos sistemas condensados crecen gradualmente, pero todos los átomos periféricos están unidos por enlaces químicos a átomos de hidrógeno o grupos hidrocarbonados... Entre 700°C y 800 °C, muchos de los átomos de hidrógeno y los grupos hidrocarbonados son eliminados, dejando pequeños cristallitos con estructura similar al grafito... Si la carbonización se efectúa por encima de 1000 °C, la reactividad disminuye, pues se destruyen los centros activos en la superficie, el número de átomos en las aristas es reducido por reordenamiento, las dislocaciones desaparecen y los heteroátomos abandonan la estructura en gran medida por desvolatilización de compuestos de Nitrógeno y Oxígeno (van Heek, K.H., 1991), sobre todo por debajo del 50 % de pérdida por combustión.

Antes de continuar debemos recalcar que estos ensayos de combustión y pirolisis de la madera no están enfocados a nuestras necesidades específicas. Lo expuesto se ha de relativizar teniendo en cuenta la relación entre tiempos, temperatura alcanzada y el tamaño, densidad y masa de la pieza.

Si nos basamos en el estudio taurino en cera del Maestro D. Venancio Blanco, el volumen de madera incluido en la pieza es bastante reducido, los trozos existentes son de secciones mínimas. Por ejemplo, los palillos para pinchos de carne, no llegan a superar los tres milímetros de diámetro, y según los datos expuestos su velocidad de carbonización estará por debajo del minuto. Pero carbonizarlos no es suficiente, el objetivo es llegar al punto de consumir los fragmentos de madera, superando la fase de cristalización -momento donde entendemos que el carbón muestra más dureza- y consiguiendo una calcinación completa. Las cenizas residuales han de extraerse del molde para dejarlo completamente limpio. Suele recurrirse a un aspirador y succionar por el orificio principal de colada y, en su caso, también por los respiraderos. No se precisa mucho tiempo pero sí paciencia y cuidado. Tampoco todas las maderas sirven para formar parte del proceso de fundición, como llegó a concluir en su tesis el Dr. D. Lucido Petrillo¹⁴⁴:

Se constata que no todos los tipos de maderas se pueden emplear como soporte, debido a que durante la combustión hay maderas que se contraen afectando la estructura de la cascarilla

¹⁴³ MÁRQUEZ MONTESINO, Francisco. *Transformación térmica de la madera*. 2004, p. 1.

¹⁴⁴ PETRILLO, Lucido. *La cáscara cerámica como material escultórico*, p. 239.

cerámica. Se concluye como orientación que, para realizar un soporte de madera es preferible emplear un tipo de madera blanda o conglomerados, independientemente de la forma, ya que la utilización de éstos no afecta la estructura cerámica.

Llegados a este punto, también es importante recordar que secciones muy gruesas generan rechupes y defectos por las contracciones del metal fundido al enfriarse. Recurrir a fragmentos de madera muy gruesos puede suponer poner en riesgo la fundición.

Papel y cartón son derivados de la madera muy comunes en nuestro entorno. Económicos y con características físicas adecuadas para la elaboración de modelos para fundición. Idóneos en la creación de piezas escultóricas de carácter geométrico pues en general son muy adecuados para construcciones tridimensionales mediante planos. El cartón, suele encontrarse conformado en volúmenes muy diversos. Si bien, lo más habitual es conseguirlo laminado o cilíndrico con una sección aproximada de 2-5mm. Entre las propiedades favorables de estos materiales para la creación de modelos de fundición están:

- Las placas o formas de cartón o papel son muy ligeras y fáciles de manipular.
- Puede llegar a lograrse un alto control del grosor en las diferentes partes de la pieza.
- Como ya se ha mencionado, es un material económico -más aún si se recurre al reciclado-.
- Pueden fabricarse pastas de papel, por lo que algunas esculturas, o alguna de sus partes, pueden ser modeladas directamente.
- No es un material considerado contaminante o dañino con el medio ambiente.

Entre las propiedades desfavorables están:

- En el ensamblado, unión o aglutinado de las diferentes formas de cartón o papel se suele recurrir a adhesivos, colas, resinas... de diferente naturaleza. Muchas de las cuales, al usarse en abundancia, pueden generar residuos o gases indeseados durante su combustión.
- Estos materiales pueden verse muy afectados al ser humedecidos en abundancia. En caso de tener que soportar baños de cáscara cerámica o ser cubiertos por completo por escayola refractaria, los modelos de cartón o papel suelen ser impermeabilizados previamente.

El papel, dada la fragilidad del soporte requiere, un tiempo dilatado de procesado de la cascarilla cerámica debido a la necesidad de endurecer mediante el secado las distintas capas. La densidad de la papilla debe adecuarse al grueso del papel, si es muy espesa resulta demasiado pesada, y si es demasiado líquida llega a humedecer en exceso el papel. En ambos casos extremos se puede llegar a deformar el soporte.¹⁴⁵

¹⁴⁵ Ibídem, p. 240.

- El escultor puede encontrar limitaciones plásticas en este tipo de materiales, debido a sus características. El grado de detalle que permiten las pastas de papel, o simplemente su plasticidad, es diferente al de otros materiales como el barro o las ceras de molde.

Si el objetivo se reduce a conseguir un modelo de fundición susceptible de ser incinerado por completo una vez conseguido el molde refractario de fundición, todo organismo vivo es susceptible de serlo. Al igual que la madera o el papel, podemos someter a altas temperaturas un trozo de carne, una pieza de fruta, vegetales, etc. Y en cualquier caso se consigue el mismo resultado; carbonizar el material orgánico. La fundición de pequeños animales, como insectos, arácnidos, crustáceos, peces... es una práctica conocida desde hace tiempo. Carmen Marcos menciona en su tesis la fabricación de *cajas y pequeños contenedores elaborados a partir de la fundición directa de... cangrejos, lagartijas, ranas, etc.*¹⁴⁶

Aun así, hemos de tener cuidado con la combustión de material orgánico. Cualquier pieza orgánica que posea grandes cantidades de agua durante su calcinación genera vapor, con el riesgo de que, si se trata de emisiones violentas, puede llegar a romper el molde refractario o causar graves incidentes. La presencia de agua dentro del molde supone un peligro importante, no solo en el proceso de colada, sino también durante el proceso de cocción del molde y eliminación del modelo. Y la probabilidad es mayor si se trata de una combustión por choque térmico. Muchas veces es mejor incluso dejar al propio tiempo que actué, por ejemplo si se hiciese el molde de una manzana y se dejase ésta en su interior por mucho tiempo acabaría por descomponerse y sólo quedaría el registro de lo que fue el fruto.

Los productos textiles ofrecen un amplio abanico de texturas, lo que los convierte en un material goloso para el escultor. Son un recurso material económico al que puede sacársele un gran partido y, aunque suene algo obvio, las telas han sido en muchos casos el modelo de fundición más apropiado y directo para conseguir acabar una escultura vestida.

*Donatello, por ejemplo, dio un conmovedor contrapunto al rostro clásico de su Judith, al hacer el velo que cubre la cabeza con un procedimiento posible sólo por la plasticidad del material: introdujo un tejido real en cera caliente y lo extendió sobre un maniquí de cartón o de madera, para que adoptara los pliegues más espontáneos, más naturales, menos "estilizado" posibles; después hizo fundir en bronce directamente el objeto endurecido.*¹⁴⁷

Quemar durante la cocción del molde de fundición telas encoladas o bañadas en cera es más usual que hacerlo con una silla de plástico. Pero se debe a méritos propios ya que otros materiales, como por ejemplo la madera o ciertos polímeros ofrecen mayores inconvenientes para desempeñar el papel de modelos de fundición directos. Su flexibilidad, ligereza y maleabilidad son grandes ventajas, que a su vez plantean sus inconvenientes.

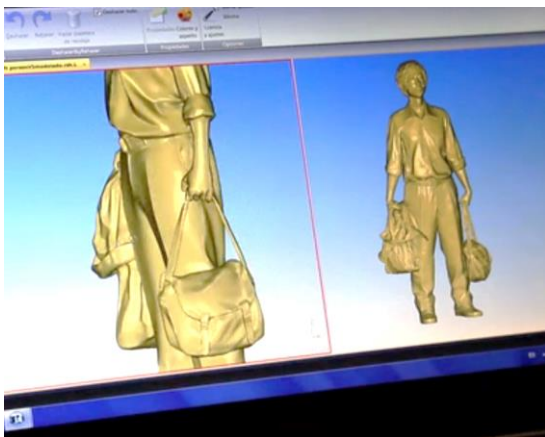
¹⁴⁶ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*. p. 187.

¹⁴⁷ *Ibíd.*

Hay también otros que hacen sus estatuas de fibras de lino o cáñamo y engrudo, sobre un hierro, y si la estatua tiene que ser vestida, la visten con un grosor de lino delgado cubierto de cola como los que preparan los pintores para dibujar sus modelos. Luego lo igualan con cera y grasa mezclada con trementina y la terminan con exactitud. Después se hace el molde sobre él en dos, tres o cuatro piezas. A continuación calientan el molde en el modo descrito anteriormente de modo que la composición de fibras y engrudo se quema.¹⁴⁸

En cuanto a su comportamiento ante el fuego, las telas no plantean dificultades en su combustión –sobre todo si se trata de tejidos producidos con materias primas naturales– más bien, son los añadidos para darle rigidez los que dificultan la tarea en cualquier caso. Si bien se ha de seguir prestando atención y retirar adecuadamente del molde las cenizas y demás residuos presentes tras la incineración, para que no afecte al modelo final en metal fundido. No todos los tejidos se comportan del mismo modo ante el fuego y si se trata de trozos de ropa usada hemos de saber que pueden tener un origen vegetal, sintético o animal. Si hablamos de prendas de cuero, éstas presentan mejor resistencia a las altas temperaturas, no en vano los guantes y petos de protección en fundición o soldadura son de este material.

Finalizamos esta breve introducción a los materiales susceptibles de formar parte del modelo de fundición, con algunos de origen sintético. La sociedad de consumo y el mercado global llevan años ofreciendo un gran protagonismo a los plásticos saturando nuestras casas y ciudades con multitud de productos fabricados con ellos. Una escultura puede ser moldeada, tallada, construida o incluso impresa en una gran variedad de polímeros con relativa facilidad ya que los equipos y servicios necesarios para lograrlo están cada vez más disponibles para el artista plástico.



117. Escaneado 3D y fresado de Tank Man de Fernando Sánchez Castillo. Imágenes capturadas de la página web de la Fundación Capa.

¹⁴⁸ Ibídem, p. 186.

Presentan un buen comportamiento ante los materiales refractarios empleados para obtener los moldes de fundición. En cuanto a su eliminación, por lo general, no plantean dificultades, pues suele consumirse bien durante el proceso. Algunos tipos de polímeros combustionan a gran velocidad en contacto directo con la llama, pero hemos de subrayar el hecho de que emiten gases bastante molestos y perjudiciales durante esta fase. Por ejemplo, ya hemos mencionado el poliestireno, el cual se volatiliza casi instantáneamente en contacto con el metal fundido, sin necesidad de ser combustionado con anterioridad, lo que supone una evidente ventaja. En el empleo de moldes de arena, en concreto, si se recurre a un modelo de poliestireno se evita tener que sustraerlo del molde antes de la colada - proceso complejo y delicado-. Se puede permanecer en el interior del molde ya que cederán sin problemas ante el metal fundido, todo lo cual se traduce en un ahorro de tiempo notorio.

El Dr. D. José Antonio Aguilar ha realizado estudios sobre la eliminación de modelos de poliestireno expandido empleando las sustancias disolventes pertinentes –como la acetona- en trabajos con cáscara cerámica. Es lo que se denomina un proceso en frío, sin la intervención del fuego para deshacerse del modelo a fundir. La porosidad de estos moldes permite que las sustancias disolventes penetren en su interior impregnando el modelo de poliestireno por toda su superficie, lo que facilita su disolución. La presencia de residuos tras el proceso está determinada en gran parte por la morfología del modelo, pero en líneas generales los resultados son alentadores. La eliminación del modelo de fundición a través de un procedimiento en frío podría reducir la presencia de fuego y humos indeseados, lo que supondría grandes ventajas para ejercer la actividad en un espacio de trabajo como el que estamos estudiando. Pero también trae consigo algunos inconvenientes, como la emisión de gases tóxicos derivados de la utilización de disolventes. En cuanto al tiempo que requiere este procedimiento, hemos de decir que obviamente es mayor que si colamos directamente el caldo sobre los modelos gasificables, pero mucho menor que si trabajásemos con un modelo rígido y solventamos un molde de arena con varias piezas.

5.2.2.2. *Realización del árbol de colada.*

Son varios los aspectos a tener en cuenta al diseñar el sistema de bebederos adecuado para una pieza artística que desee fundirse. El tamaño de la obra o el grado de irregularidad en sus formas determinan el número y la disposición de los bebederos, tanto principales como secundarios. La destreza del artista al soldar los bebederos es importante para que éstos cumplan su función y soporten la siguiente fase en la que se obtendrá el molde refractario. Un buen estudio previo considerando el recorrido del metal fundido y cómo ha de llenarse la pieza, minimiza el conjunto de bebederos, ahorrando tiempo en el proceso. Se ha comentado que la fundición artística con molde de *chamota* requiere de un sistema de colada indirecto debido al carácter *estanco* del molde. Un sistema de colada indirecto

demanda de un número de bebederos mayor que un sistema de colada directa, por lo que el tiempo para realizar el árbol de colada se ve prolongado.

En resumidas cuentas, el montaje de un sistema de bebederos adecuado a la técnica tradicional con molde de chamota puede requerir más tiempo, al ser un sistema de colada indirecta, que otros métodos de fundición con un árbol de colada más sencillo, de colada directa.

La disposición directa del sistema de colada es uno de los sellos identificativos de los modelos de cáscara cerámica. Este diseño lo encontramos en todas sus variantes técnicas; *Microfusión con Crisol Incorporado, Técnica Directa, Técnica de Crisol Fusible...* El método Mixto de cáscara cerámica y *chamota* es una excepción, pues recordemos que tan solo se trata de fundir a la italiana con la inclusión de dos o tres rebozados de material cerámico a modo de capa de registro y refuerzo.

La porosidad intrínseca de la cáscara cerámica admite que en la elaboración del sistema de colada de la pieza se prescindiera de los respiraderos, cuya función es la evacuación de gases producidos por la colada. La diferenciación entre bebederos principales y secundarios es menos clara y tan solo se busca un llenado completo de la matriz partiendo del vaso de colada y dirigiendo el caldo directamente a la pieza. Igualmente se ha estudiado bien la forma del modelo y asegurar un correcto llenado. Mientras el sistema de colada indirecto, propio de los moldes de olla llena de abajo a arriba, en cáscara cerámica el metal penetra directamente en la pieza e irrumpe en el molde de arriba abajo.

Otro factor importante en cáscara cerámica es colar con los moldes calientes. Al estar la cáscara a una temperatura cercana a la del metal fundido, éste penetra convenientemente en todos los rincones de la pieza, y hace innecesario un número elevado de bebederos pues el metal transita bien por las paredes del molde. El tiempo de preparación de un sistema de colada directo –por norma general– es menor que al elaborar un sistema indirecto. Por otra parte, es indispensable un árbol de colada resistente. Al tratarse de una técnica por revestimiento cerámico, durante la aplicación de las sucesivas capas de cascarilla es la propia estructura de bebederos y la pieza la que soporta y la pieza quienes soportan el peso del material refractario y toda su manipulación. En la técnica de *Crisol Fusible*, incluso poseen la responsabilidad de sostener el peso del crisol y de la carga de metal pertinente, lo que hace necesario un sistema de bebederos robusto y bien estudiado.

En cambio el sistema de colada habitual para fundir a la arena tal vez sea uno de los más sencillos. Con modelo rígido, primero se soluciona el molde refractario, es decir la caja de arena, y después se horadan los conductos por donde circulará el metal fundido y los respiraderos necesarios para una eliminación de gases adecuada. Con modelo gasificable, el sistema de colada puede resolverse del mismo modo que en el caso anterior o bien integrar los bebederos y respiraderos en la pieza con el mismo poliestireno.

En la fundición tradicional arcaica o primitiva el árbol de colada es reducido casi a mínimos. Las piezas suelen disponer de uno o dos bebederos de entrada y un respiradero.

Como conclusión, podríamos decir que la fundición artística a la arena, seguida de la fundición artística tradicional primitiva y después por la fundición artística con moldes de cáscara cerámica son las versiones, que menos tiempo requieren para solventar el sistema de colada de una pieza escultórica, siendo la fundición artística con moldes de olla la que requiere de mayor dedicación en el diseño y realización del árbol de colada. Esto se debe principalmente a la disposición indirecta de sus bebederos y la naturaleza del molde –poco poroso, estanco y frío- que demanda un circuito algo más complejo que los exigidos por otras variantes de la técnica.

5.2.2.3. *Fabricación del molde refractario.*

Es importantísima la función que cumplen los aglutinantes en los moldes de fundición, pues sus cualidades físicas, además de determinar el resultado final tanto de la pieza como del molde, condiciona notablemente el tiempo necesario para fabricarlos. El yeso asume la función de aglutinante en la argamasa utilizada para la fabricación del molde tradicional a la italiana. Los tiempos de fraguado de la escayola son muy cortos y el molde puede conformarse en unos minutos; lo que se tarde en mezclar escayola y *picadizo* en una espuerta, añadir agua, remover con un trompo eléctrico y verter en el encofrado. Sin embargo, para considerar totalmente seca la mezcla han de pasar unas 24 horas con una temperatura adecuada y ambiente seco. Si el escultor planifica la cocción de los moldes cuando disponga de un número apropiado de piezas, el tiempo de fabricación del molde de *chamota* es bastante rápido, siempre y cuando la escayola se encuentre en buen estado y las condiciones climáticas sean óptimas.

Debe tenerse en cuenta el tiempo que requiere la preparación de alguno de los materiales necesarios para este tipo de moldes. El mejor de los casos sería disponer de escayola, en sacos de entre 20 y 25 kg y arena fina lavada o ladrillo molido o picón... suministrados también en sacos y listos para su uso. Sin embargo, si por ejemplo, los ladrillos no están previamente molidos y son comprados por pallets para molerlos en el taller sumamos un tiempo de trabajo importante al proceso total de fabricación del molde¹⁴⁹.

Los tiempos necesarios para la realización de un molde en cáscara cerámica – y podría generalizarse que para cualquier molde de fundición- pueden variar según la naturaleza de la pieza que desee fundirse, si tiene o no un núcleo muy cerrado, la época del año y el tiempo atmosférico o el sistema de secado del que se disponga. Un molde de cáscara

¹⁴⁹ Lo habitual, cuando se dispone de trituradora, es moler y tamizar todo el material posible en una o dos jornadas de trabajo, ensacar el producto y así disponer de material almacenado para varios moldes.

cerámica es el resultado de la aplicación sucesiva de capas de refractario cerámico sobre el modelo a fundir. Recordemos que la secuencia básica es la siguiente: cubrir bien el modelo con barbotina; acto seguido aplicar el árido; dejar secar; y repetir el proceso hasta dar por finalizado el molde –entre cuatro y seis capas suelen ser las habituales-. Esta metodología marca unos tiempos claros que sintetizaremos en la siguiente tabla:

PROCESO	OBSERVACIONES	TIEMPO (aprox.)
1ª Capa de Cáscara Cerámica (Capa de Registro)	Se añade Talco y Grafito al 25% a la papilla de Sílice Coloidal y Refractario en Polvo.	De 8 a 12 h.
2ª Capa de Cáscara Cerámica	Con Talco y Grafito. (Opcional Grano Fino)	De 2 a 3 h.
3ª Capa de Cáscara Cerámica	Papilla y Refractario Grano Fino	2 h.
4ª Capa de Cáscara Cerámica	Papilla y Refractario Grano Fino (Opcional)	2 h.
5ª Capa de Cáscara Cerámica	Papilla y Refractario Grano Medio	2 h.
Descere y Sinterizado del molde cerámico	Por Choque Térmico, con Campana de Descere	De 10 a 20 min.
Reparación de roturas, sellado de desagües, refuerzo del molde.		1 h.
6ª Capa de Cáscara Cerámica (Capa de Refuerzo)	Papilla y Refractario Grano Medio o Grueso	2 h.
TIEMPO APROXIMADO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN MOLDE DE CÁSCARA CERÁMICA		19h. 10min. 24h. 20min.

Tabla 59.

Los tiempos indicados en la tabla (sobre estas líneas) podrían considerarse básicos y por supuesto no son tiempos absolutos. La tabla refleja la preparación de un molde de cáscara cerámica sin incluir entre capa y capa ningún tipo de fibra, solo aplicando barbotina y árido en dos de sus granulometrías. Mención expresa merecen en este sentido, los estudios realizados por los doctores Carmen Marcos, Joan Valle y Pere López en torno a la Cáscara Cerámica Exprés (CCE). En ellos se analizaron los beneficios en relación a los tiempos de secado y de resistencia que suponía el añadir fibra de vidrio a alguna de las capas que conforman el molde de cáscara cerámica e incluir la ventilación forzada durante el secado¹⁵⁰. Entre sus conclusiones destacamos:

- *La CCE permite hacer el recubrimiento tanto a un ritmo muy acelerado como a un ritmo lento adaptándolo al ritmo docente, en la medida que reduce considerablemente los tiempos de secado entre capas y el secado final.*
- *Utilizando sílice coloidal PW50 se puede reducir el tiempo total de ejecución del molde aplicando capas con intervalos de secado de 10-15 minutos y un secado final de 30 minutos previo al descerado gradual. El WP50 permite un secado más rápido que otros productos.*
- *El secado con ventilación forzada es un requisito fundamental para el buen desarrollo de una CCE. Es necesario un sistema de secado de chorro de aire con impacto directo. Los*

¹⁵⁰ VALLE MARTÍ, Joan; MARCOS MARTÍNEZ, Carmen; LÓPEZ VIDAL, Pere. En: *Actas del II Congreso Internacional de Investigación en Fundición Artística. 26-27 de noviembre de 2009*, p. 142-146.

ventiladores que remueven mayor caudal aceleran el proceso. La reducción temporal en los secados aplicando una exposición directa e intensa de chorro de aire es mayor.

- *Las piezas recubiertas con CCE (reforzadas con fibra de vidrio) se pueden mantener en el laboratorio sin cocer, indefinidamente, sin riesgos de agrietamiento por dilatación térmica.*
- *En la CCE la fibra de vidrio se aplica fundamentalmente para garantizar un descerado gradual sin fisuras, aunque permite también una conservación indefinida de los moldes crudos sin riesgos de fisuras.*
- *La fibra de vidrio se puede aplicar alternando capas de rebozado con grano de moloquita y capas de rebozado con fibra, también se puede realizar un recubrimiento tradicional con grano y aplicar la fibra en ultimas capas como refuerzo.*

1 capa:	papilla de grafito	grano fino	15 m
2 capa	papilla blanca	grano fino	10 m
3 capa	papilla blanca	grano grueso	30 m
4 capa	papilla blanca	fibra	45 m
5 capa	papilla blanca	fibra	10 m
6 capa	papilla blanca	grano grueso	Tres horas hasta la hornada

Tabla 60. Tabla facilitada por el profesor Dr. D. Joan Valle como parte de su estudio en la facultad de BB. AA. de Barcelona.

Como vemos en esta segunda tabla (Tabla 60) los tiempos se han visto reducidos considerablemente, sumando un total de cuatro horas y cincuenta minutos antes de ser introducida en la mufla para su descerado y cocción. Ésta precisamente es la ficha usada por el Prof. Dr. D. Joan Valle, si la comparamos con las fichas de tiempo facilitadas por los otros dos autores del estudio (Tablas 61-62) comprobamos que no existe un periodo de tiempo estándar en el que se puede resolver la conformación de un molde de cáscara cerámica. Lo que si es cierto es que las conclusiones emitidas en su estudio son una referencia importante para el escultor que desee trabajar la fundición artística en su taller con este material.

Es importante tener en cuenta, si los moldes van a ser sometidos a un descerado por choque térmico o por el contrario serán expuestos a un descerado gradual, pues este último requiere que las piezas estén bien secas. O en el caso de ser sometidos a un descerado por inmersión en agua hirviendo, es de vital importancia este hecho pues de lo contrario las cáscaras se desmantelarían.

TITULO DE LA PIEZA: Llavor ditet A (sistema sílice coloidal Wp 50)		NÚCLEO: Si (de escayola y grano de moloquita proporción 1/2)		
ALTURA: 33 cm.	PESO DEL BRONCE: 2800 gr.	TIPO DE CERA: mezcla indefinida de restos con alto porcentaje de parafina, dificultades en la soldadura		

Recubrimiento aplicado con pincel				
Prueba / Wp 50 IV 6-2(2,3)	Nº capas	Tipo de barbotina	Fibra / grano fino / grano grueso	Secado tiempo
I Aplicación	1 capa:	Barbotina de grafito	Grano fino	45 m
II Aplicación	2 capa:	Barbotina blanca	Fibra	30 m
	3 capa:	Barbotina blanca	Grano fino	50 m
III Aplicación	4 capa:	Barbotina blanca	Fibra	30 m
	5 capa:	Barbotina blanca	Grano fino	50 m
IV Aplicación	6 capa:	Barbotina blanca	Grano fino	4 días

El recubrimiento se ha realizado en una mañana. Ambiente seco de verano.

Tabla 61. Tabla facilitada por la profesora Dra. D^a. Carmen Marcos como parte de su estudio en la facultad de BB. AA. de Valencia.

Recubrimiento	Nº capas	Tipo de barbotina (Sílice coloidal WP 50)	Fibra / grano fino	Secado tiempo
I Aplicación	1 capa:	Barbotina blanca	-200	30 m
		Barbotina blanca	-200	30 m
		Barbotina blanca	30-80	3 h
		Barbotina blanca	30-80	3 h
		Barbotina blanca	30-80	13,5 h
		Barbotina blanca	16-30	4 h
		Barbotina blanca	16-30	
		baño previo a colada		Horas, días

Recubrimiento	Nº capas	Tipo de barbotina (Sílice coloidal WP 50)	Fibra / grano fino	Secado tiempo
I Aplicación	1 capa:	Barbotina grafito	GF	15 m
	2 capa:	Barbotina blanca	FIBRA	15 m
		Barbotina blanca	GF	15 m
		Barbotina blanca	FIBRA	15 m
		Barbotina blanca	GF	120 m
II Aplicación		capa final de papilla		
				Horas, días

Tabla 62. Tablas facilitada por el profesor Dr. D. Pere López como parte de su estudio en la facultad de BB. AA. de Cuenca.

Una de las grandes dificultades en la fabricación de moldes refractarios es resolver los núcleos, *noyos o almas* de la pieza a fundir. En moldes cerámicos por revestimiento es necesario para proceder a dar una capa de cascarilla que la capa anterior esté adecuadamente seca, pues si no fuese así se corre el riesgo de que ambas capas cedan y se deterioren. Una pieza cuyas formas abiertas favorezca al secado homogéneo de toda la superficie permitirá que su molde se resuelva mejor y en menos tiempo que una pieza con núcleo cerrado. En cualquier caso –aunque más en el segundo– es conveniente la aplicación de una fuente de aire que acelere el secado del interior de las piezas. Carmen Marcos realiza un análisis y clasificación de núcleos o *machos* en base a cinco consideraciones: *machos ausentes, abiertos, semicerrados, cerrados y estancos*¹⁵¹. El escultor puede empezar a tener problemas con piezas semicerradas, siendo indispensable la ventilación forzada y localizada o, en el mejor de los casos, el aumento de los tiempos de secado. Los núcleos de naturaleza cerrada o estanca son los que acarrearán problemas serios en este tipo de moldes refractarios. Normalmente estos núcleos son macizos y terminan realizándose con una mezcla muy similar a la empleada en los pequeños moldes de olla de joyería. El secado de este núcleo macizo requiere de un deshidratado lento más propio de los moldes tradicionales de *chamota* que de los moldes de cáscara cerámica. En el II Congreso Internacional de Investigación en Fundición Artística¹⁵², el Dr. D. José Antonio Aguilar presentó en su comunicación un estudio sobre las posibles ventajas que el uso del moldeo en arena puede tener para la fabricación de núcleos cerrados en moldes de cáscara cerámica. Se emplearon tres muestras diferentes para las pruebas; arenas con resina (fenólica, poliuretano, alquídicas), con silicato y CO₂, y arenas con arcillas sintéticas. *El estudio demuestra que tanto el alma de arena con silicato de sodio, como el de arcillas sintéticas son perfectamente compatibles con el método de la cascarilla, debido a que ambos noyos se mantienen estables durante el proceso de fundición.*¹⁵³

Si la fundición se lleva a cabo con moldes de arena, lo primero que ha de hacerse es confeccionar la caja de moldeo que contendrá el objeto a fundir y permitirá un correcto compactado de la arena. Normalmente las cajas de fundición son rectangulares o en definitiva bastante simples en su diseño y rápidas de elaboración, sin embargo, no debe desecharse la posibilidad de realizar una caja de moldeo adaptada a las formas del modelo a fundir. Si se optase por la fabricación de encofrados irregulares apropiados a la pieza a fundir, puede ahorrarse en el material pero también aumentan los tiempos de trabajo, ya que una caja estándar puede ser reutilizada en otros proyectos. Es importante un buen mezclado de los áridos con el resto de componentes glutinosos, para que las propiedades

¹⁵¹ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida: técnica de la cascarilla cerámica*. pp. 303-309.

¹⁵² Actas del II Congreso Internacional de Investigación en Fundición Artística. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia. 2009.

¹⁵³ AGUILAR, J.A.; CAETANO, E.; CORREA, C.; et al. Compatibilidad de los núcleos de arena con la técnica de la cascarilla cerámica. En: *Actas del II Congreso Internacional de Investigación en Fundición Artística*. (Valencia 26-27 de noviembre de 2009). [CD]. (Resumen).

del material de moldeo sean adecuadas. Si se emplean arenas resinadas, este principio es fundamental para que resina y catalizador reaccionen de un modo homogéneo en todo el material y no se produzcan desprendimientos o deterioros que puedan lamentarse posteriormente. Es conveniente cerciorarse bien de que la arena se ha impregnado adecuadamente del agente fraguante, pero no podemos prolongar demasiado esta parte del proceso pues la mezcla puede comenzar a catalizar.



118. 119. En estas dos imágenes podemos ver como se prepara el material para un moldeo químico a la arena. Izquierda: Pesando la resina fenólica. Derecha: mezclando bien la resina con la arena.

Componentes Arena de Moldeo <i>Autofraguante</i> :
- 50kg de Arena de Sílice + 750 gr de Resina (Fenólica) + 125 gr de catalizador.

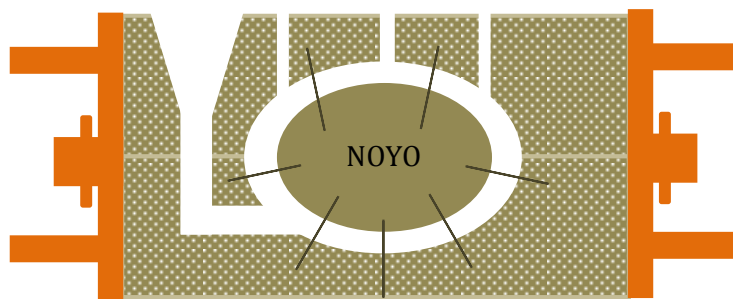
Tabla 63.

La elaboración del molde de arena propiamente dicho, mediante el compactado de la misma sobre el modelo, requerirá de más o menos tiempo según la pieza a reproducir. Indudablemente, una pieza escultórica que exija de la preparación de un molde con un número considerable de piezas, complica mucho las cosas y eleva estimablemente el tiempo de dedicación. En el moldeo a piezas, las arenas resinadas y autofraguantes facilitan considerablemente el proceso pero, sin embargo, no deja de tratarse de una labor compleja que requiere de un estudio concienzudo de las formas del modelo y del sistema de despiece.



120. 121. 122. Izquierda y centro: aplicación de arena autofraguante a un modelo en cera y compactado. Derecha: compactado de arena en verde sobre modelo rígido. Podemos ver dos tipos de caja para fundición, una de metal y otra fabricada con listones de madera.

Ya hemos mencionado que algunos moldes de fundición tienen problemas para secar sus núcleos, como en el caso de trabajar con cáscara cerámica. Pero si existe una técnica en la que este tipo de elementos son sumamente delicados, esa es la fundición a la arena. Por eso son usuales las piezas macizas cuando la fundición se lleva a cabo con esta técnica. Se trata de crear un alma acorde con las formas del modelo, reservando el espacio justo y uniforme que ocupará el metal fundido.



123. Esquema de la situación y sujeción de un núcleo en una caja de arena.

Los moldes cerámicos por revestimiento y los moldes de *chamota* se encuentran igualmente con este problema, sin embargo el procedimiento para fabricarlos y el no tener que extraer primero el modelo para después hacer el núcleo, simplifican el proceso.

El escultor ha de ser consciente de las necesidades técnicas que implican determinadas técnicas y la naturaleza formal de los modelos a fundir, lo cual es uno de los objetivos de esta investigación y la principal razón de que se analicen cada uno de los métodos de fundición indicados para un taller de escultor.

Como conclusión, podríamos decir que en lo referente a la elaboración de moldes de fundición, el moldeo a la arena con modelo gasificable, o modelo rígido simple, es el procedimiento más rápido de los expuestos, aunque en líneas generales los tiempos están bastante igualados y sometidos a muchas variables.

La preparación de un molde de olla, con los refractarios y la escayola listos sólo para ser mezclados y vertidos en el encofrado, resultaría ser el proceso más rápido.

Como estudiamos, los moldes de cáscara cerámica son preparados capa a capa, y entre una y otra es inevitable dejar un tiempo de secado. Si bien estos lapsos de tiempo pueden variar bastante según el tipo de pieza a fundir, la temperatura y humedad ambiente, el uso de fibras o no, si se aplica aire forzado directamente sobre los moldes, etc... no supondrá nunca menos dedicación que llenar una caja de arena y cubrir un modelo de poliestireno. Es considerablemente más prolongado, es decir requieren de más tiempo los moldes de cáscara, que los de arena.

Si algo sabemos de los artistas del pasado es que su percepción del tiempo era muy distinta a la nuestra, y eso se refleja también en la elaboración de sus moldes para fundición. La técnica primitiva con moldes cerámicos requiere de unos tiempos de secado importantes, sobre todo sin ser sometidos a temperaturas sin grandes cambios y con una humedad ambiente apropiada. También la aplicación de las capas ha de ser minuciosa.

5.2.2.4. *Eliminación del modelo en cera y cocción del molde refractario.*

El modelo en cera, junto a todo el sistema de colada, ha de extraerse del molde para que sea el metal fundido quien ocupe ese vacío. Por eso es de vital importancia que en métodos de fundición como el de *chamota* o cáscara cerámica, el modelo se elimine con facilidad. Ha de prestarse sumo cuidado a los tiempos en esta fase, pues por ejemplo, un exceso de deshidratación en moldes de *chamota* o *picadizo* podría debilitarlo demasiado y provocar roturas durante su manipulación o lo que es peor en el momento de la colada.

Dependiendo de las dimensiones del molde, esta segunda cocción puede durar varias horas, incluso varios días (hasta tres semanas).¹⁵⁴

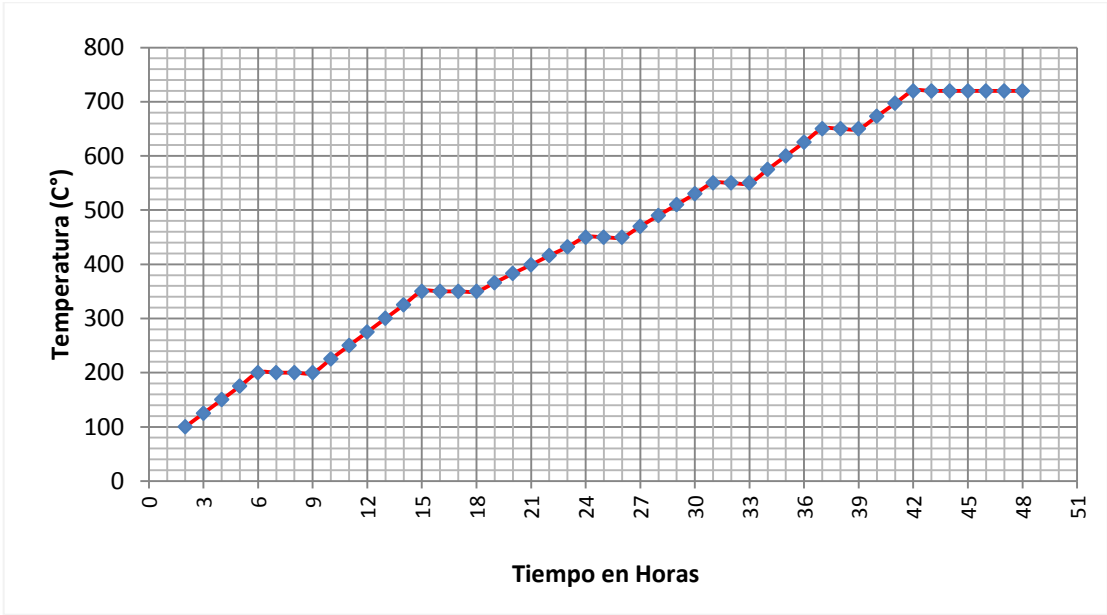
Los tiempos de este proceso se encuentran relacionados estrechamente con los materiales y el equipo técnico del que se disponga. Hoy día, prácticamente todos los hornos comercializados industrialmente vienen equipados con un sistema de control de temperaturas, sin embargo el descerado y cocción con hornos artesanales requiere un control más intuitivo, mucha experiencia. Afortunadamente, hoy por hoy no es necesario dedicar tres semanas de nuestra vida al descerado de moldes de fundición.

¹⁵⁴ BEAUDRY, M^a Thérés; BOZO, Dominique ; et al : *La sculpture. Principes D'Analyse Scientifique. Méthode et Vocabulaire*. Paris. Ministère de la Culture et de la communication, Imprimerie Nationale. 1978. pp. 250-251. Traducido por D^a M^a Dolores Paz Arribas.

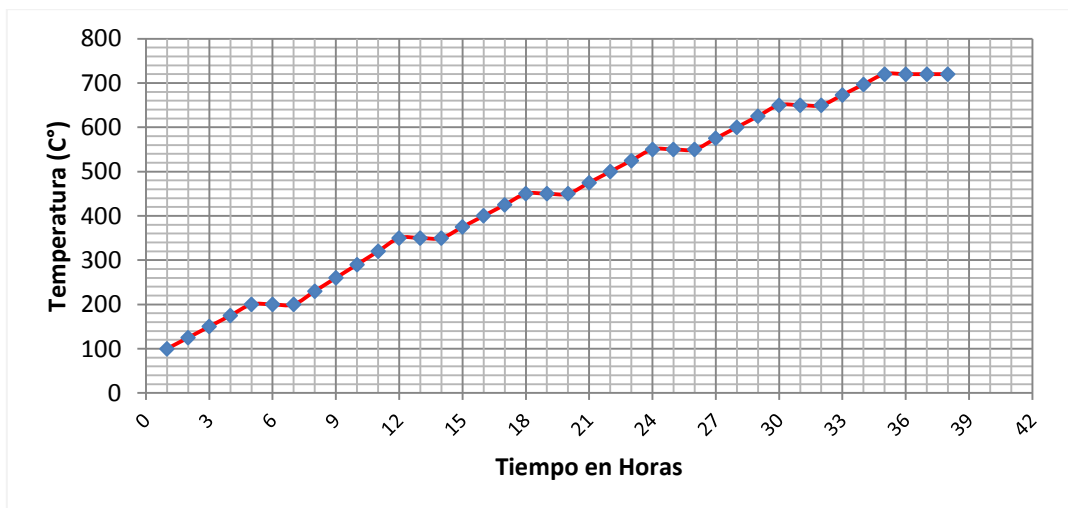
Descerar y cocer convenientemente varios moldes de *olla* está condicionado por el número de matrices, sus dimensiones, las cualidades de los modelos que contienen en su interior, el horno que se utilice, etc. Para tener una referencia exponemos a continuación algunos datos que nos han sido facilitados por la profesora D^a Marta Campos en referencia a la cocción de los cilindros realizados en dos de los cursos de *Dibujo y Escultura en Bronce* de Priego de Córdoba:

Medidas Interiores (aprox.) del Horno / Mufla.	140 x 140 x 140 cm
Combustible	Gasóleo
Tipo de Molde	Moldes cilíndricos de <i>chamota</i>
Medidas Aproximadas de los Moldes (Cilíndricos)	30-40 cm Ø 40-60 cm de altura
Número Aproximado de Moldes	15 Moldes (2010) 14 Moldes (2011)

Tabla 64.



Gráfica 14. Curva de temperatura llevada a cabo en la cocción de moldes de *chamota* (15 cilíndricos) durante el curso de *Dibujo y Escultura en Bronce* de Priego de Córdoba. 2010.

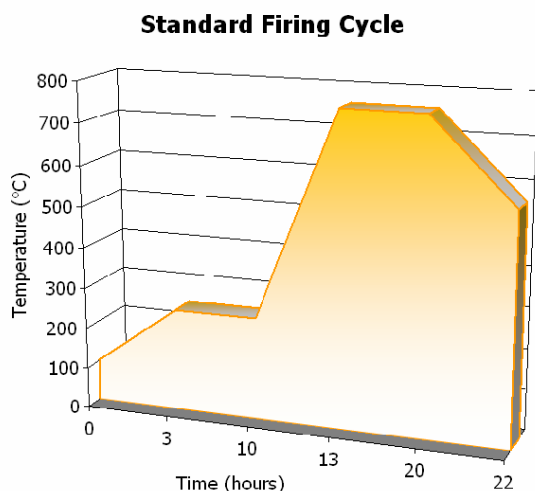


Gráfica 15. Curva de temperatura llevada a cabo en la cocción de moldes de chamota (14 cilíndricos) durante el curso de *Dibujo y Escultura en Bronce* de Priego de Córdoba. 2011.



124. Introduciendo los moldes de chamota en la mufla. Priego de Córdoba 2011.

En la ficha técnica de algunos productos de fundición artística como por ejemplo, los yesos refractarios *HYDRACAST ART PLUS* podemos encontrarnos con indicaciones sobre las curvas de temperaturas más apropiadas para trabajar con ellos¹⁵⁵:

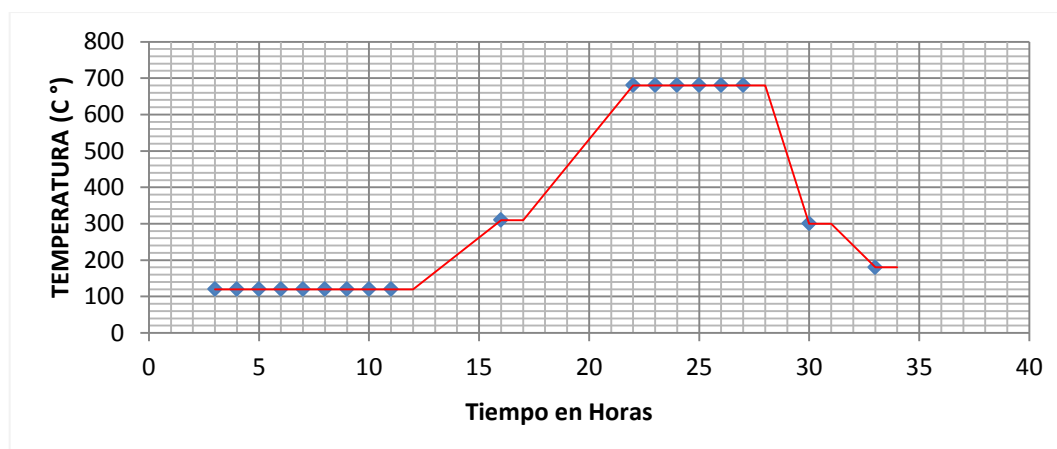


Ciclo de cocción standard para fundición artística:

- Colocar el molde húmedo en la mufla algunas horas después de hacerlo.
- Subir la temperatura a 200°C tan rápido como sea posible.
- Descerar a 200°C durante 2 a 8 horas dependiendo del tamaño del cilindro.
- Subir hasta 700/750°C a un ritmo de 100/120°C por hora.
- Mantener a 700/750°C por una hora por 1 a 2 cm del radio del cilindro.
- Reducir lentamente a la temperatura de fundición (max 70°C/hora).

Daniel Lambert en “Moulage et Fonderie d’Art” describe los pasos a seguir para calcular los tiempos de descerado y cocción de los moldes de olla, llegando a una conclusión deductiva¹⁵⁶:

El tiempo necesario para una sesión de descerado es proporcional al diámetro de los moldes.



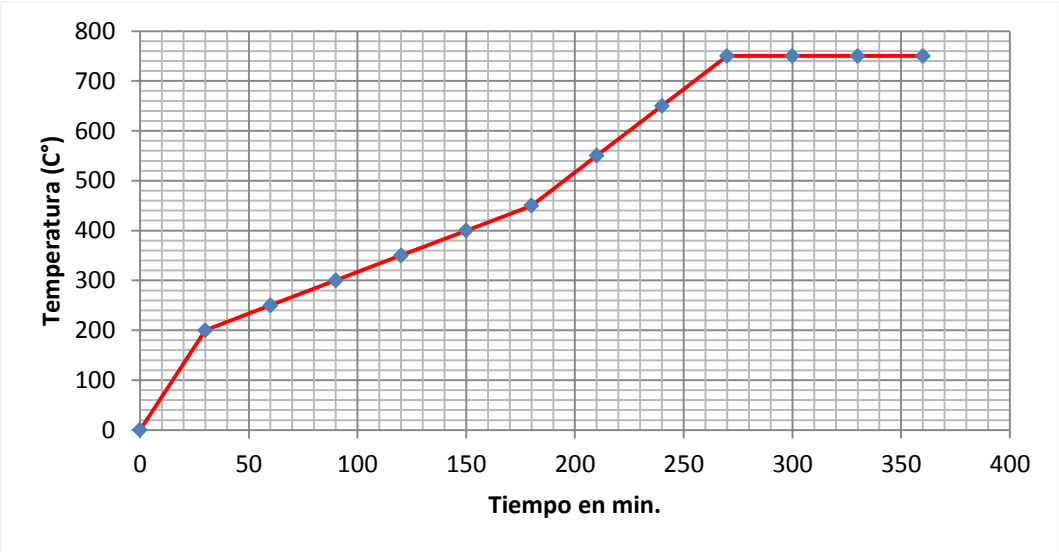
Gráfica 16. Curva de temperatura de una sesión de descerado basada en la gráfica que facilita Daniel Lambert en su libro “Moulage et Fonderie d’Art”.

¹⁵⁵ *HYDRACAST™ Tradition* [En line] [Consulta: 09/05/2017] Disponible en web:
<http://www.siliconesandmore.com/en/hydracast-tradition.html#sthash.0Qqo4x9L.dpuf>

¹⁵⁶ LAMBERT, Daniel. *Moulage et Fonderie d’Art*. pp. 224-225.

En cambio, la eliminación del modelo de cera por choque térmico es radicalmente más rápida, solo se ha de preparar la campana de descere y calentarla con la ayuda de dos sopletes de bocacha alimentados con bombonas de propano hasta llegar a los 500-700°C.

Esta misma operación efectuada con mufla es más lenta,...descerado con mufla es más lento, similar al proceso tradicional con moldes de *chamota* aunque suelen utilizarse curvas de temperatura más intensas para mitigar en lo posible las presiones producidas por la dilatación de la cera sobre el molde cerámico y reducir también los tiempos. Las referencias de las que contamos provienen de las prácticas llevadas a cabo en las aulas de fundición artística, y en muchos casos los moldes de cáscara cerámica son introducidos en el horno conjuntamente con los moldes de olla, por lo tanto las curvas de temperaturas se adaptan a estos últimos más que a los primeros. El Dr. D. Joan Valle nos informa de que piezas con molde de cáscara cerámica, con un núcleo delgado de yeso y arena, pueden ser desceradas en 6 h. y 30 min. mediante la siguiente curva de temperatura¹⁵⁷:



Gráfica 17

Medidas Interiores (aprox.) del Horno / Mufla.	1 m³. de capacidad
Combustible	Electricidad
Tipo de Moldes	Cáscara cerámica 4mm, con núcleo delgado de yeso y arena
Medidas Aproximadas de los Moldes (Cilíndricos)	30 cm en su lado mayor
Número de moldes	(desconocido)

Tabla 65.

¹⁵⁷ VALLE MARTÍ, Joan. Propuesta de adaptación del sistema de cascarilla a la cocción gradual realizada con horno eléctrico de descerado. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación*, año 2006, pp. 121-148.

En cuanto al descerado mediante choque térmico, que suele ser el procedimiento tradicional para eliminar el modelo de cera del interior de las cáscaras cerámicas y a su vez sinterizar del molde cerámico, ya la Dra. D^a. Carmen Marcos lo estimaba en su tesis entre 5-30 minutos, franja bastante amplia pues como bien aclara los tiempos pueden variar *en función del tamaño y la clase de núcleo que presente la pieza*¹⁵⁸. Habría que matizar que más que el tamaño de la obra, lo que hay que estimar es la cantidad de cera y la presencia de otros materiales en el interior del molde -además de la morfología de pieza-, principales responsables de prolongar la actividad hasta conseguir una eliminación total del modelo en cera. Facilitamos los datos orientativos obtenidos en una sesión de descerado de varias piezas de microfundición con crisol incorporado:

Dimensiones del Cuerpo Principal de la Campana	70 cm. Ø / 60 cm de Alto	
Nº de Quemadores	2	
Combustible	Gas Propano	
Calentamiento de la Campana	Tiempo descerado	8-10 min.
Pieza 1. Pájaro. 120 gr de cera (sin núcleo)	Tiempo descerado	13 min.
Pieza 2. Azada. 42,2.gr de cera (sin núcleo)		
Pieza 3. Medallones. 180 gr. de cera. (sin núcleo)	Tiempo descerado	13 min.
Pieza 4. Hombres Puntilla I. 71,3 gr. de cera. (sin núcleo)		
Pieza 5. Hombres Puntilla II. 83,3 gr. de cera. (sin núcleo)	Tiempo descerado	8 min.
Pieza 6. Hombres Puntilla III. 47,8 gr. de cera. (sin núcleo)		

Tabla 66.



125. 126. Izquierda: momento en el que se introducen en la campana de descere las piezas 3 y 4. Derecha: instante en el que se retiran las piezas 3 y 4 desceradas tras 13 min. de exposición a altas temperaturas.

¹⁵⁸ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*. p. 388.

Otra posibilidad muy efectiva, en cuanto a tiempo invertido para el descerado, es someter a la pieza al intenso calor de vapor de agua producido por una autoclave necesitando sólo unos 15 min. para desalojar la cera de las cáscaras cerámicas¹⁵⁹. El inconveniente de descerar al vapor es que la presencia de otros materiales diferentes a la cera en el interior del molde no serían eliminados. Por ejemplo, no podríamos recurrir a trozos de madera o tela para general nuestros modelos, o realizarlos en poliestireno. Pero el descerado al vapor por autoclave o licuadora no son los únicos procedimientos que sufren estas limitaciones, el descerado por inmersión en agua hirviendo (DIAH) que se incluye en nuestro proyecto también está limitado a trabajos con molde de cáscara cerámica y modelos en cera. Tenemos algunos tiempos relativos a este proceso de desparafinado:

Recipiente para el agua		Olla de Aluminio 32 l. de capacidad	
Quemador		Paellero de gas –dos roscas-	
Combustible		Propano	
Cantidad de agua introducida en el recipiente		25 litros	
Tiempo hasta ebullición del agua		45 min. Aprox.	
PRUEBA 5B	41,75 gr. de cera	Tiempo descerado	4 min.
PRUEBA 3A	41 gr. de cera	Tiempo descerado	5 min.
PRUEBA 3B	46,20 gr. de cera	Tiempo descerado	4 min.
Tras las Pruebas 5B, 3A y 3B, sumergidas en el agua individualmente, se procede a la inmersión de varias piezas al unísono, obteniendo los siguientes resultados:			
PRUEBAS 1,2 y 4 B	50,35 / 43,20 / 46,10 gr. de cera	Tiempo descerado	6 min.
PRUEBAS 1,2,4 y 5 A	54,10 / 45,95 / 52,30 / 39,80 gr. de cera	Tiempo descerado	11 min.

Tabla 67.

Los tiempos de descerado son muy similares a los que se pueden obtener mediante choque térmico, entre los 4-20 minutos¹⁶⁰ -ha de tenerse en cuenta y sumar el tiempo que necesita el agua dependiendo de su volumen para entrar en ebullición- y muy inferiores a los que pueden resultar de la cocción gradual con mufla.

En cuanto al sistema de descerado por microondas, recogemos un fragmento de las ventajas expuestas durante su solicitud de patente¹⁶¹. que deja bastante claras las ventajas de este procedimiento en materia de tiempos de trabajo:

¹⁵⁹ Ibídem. p. 262. Se cita a Horton, Robert A. *Inventment Casting*.

¹⁶⁰ Estos tiempos son estipulados en base a ambos ensayos realizados con este sistema de descerado, el expuesto en la tabla (67) con pequeños modelos de 70x70mm (aprox.) y el realizado con los relieves “Aquí Vive Escultor-a Fundidor-a” que pueden verse en las tablas (3-5). Por supuesto, están sujetos a factores ya mencionados como la morfología de la pieza y la cantidad de cera existente en el interior del molde de cáscara cerámica.

¹⁶¹ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (70.0%); UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA (30.0%) *Horno microondas y proceso de moldeado a la cera perdida asistido por microondas*. ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos; MONZO CABRERA, Juan; CLEMENTE FERNÁNDEZ, Francisco Javier; FAYOS FERNÁNDEZ, José y LOZANO GUERRERO, Antonio José. ES. Int. CI.:B22C 9/04. SOLICITUD DE PATENTE, 201330657. 07 de Noviembre de 2014.

Finalmente, una de las grandes ventajas es que el proceso de descerado se produce en pocos minutos, sin humos y sin peligrosidad para el operario a diferencia de otros métodos como las muflas por combustión o eléctricas.

Una de las principales ventajas en este campo es que el horno de microondas por lotes permite realizar de forma económica y rápida (entre 8 y 10 minutos) descerados para pocas unidades sin necesidad de esperar, como ocurre en muflas de combustión o eléctricas, a que esté totalmente cargado o a plena capacidad el horno de descerado. También tiene aplicación con hornos de menor potencia y tamaño en la realización de moldes para joyería.

5.2.2.5. Fusión del metal y colada.

Antes de la fusión y vertido de metal, en algunas técnicas suelen prepararse previamente los moldes de fundición. Si no se trabaja con encofrados de metal resistentes a altas temperaturas, en la fundición artística tradicional se acostumbra a colocar los moldes de *chamota* en un foso con el vaso de colada hacia arriba y al descubierto, soterrados en arena bien compactada. Con este enterramiento se consigue una mejor resistencia a la presión metalostática producida por el vertido del metal fundido y mayor seguridad en el caso de que el molde se hubiese agrietado durante la cocción. Si comparamos esta manera de disponer los moldes antes del vertido de metal con otros métodos de fundición artística, podría decirse que los moldes de olla requieren más tiempo para ser preparados para la colada.

En cuanto a la fusión, los tiempos están muy influenciados; por el metal o aleación que se desea fundir –por ejemplo hay bastante diferencia entre fundir bronce o aluminio–; la cantidad de metal que se desea fundir; el horno de fusión al que se recurra; el quemador; e incluso la fuente de energía que se utilice. Facilitamos algunos datos obtenidos en las prácticas:

TIPO DE MOLDES	Fundición con moldes de <i>Olla Chamota</i>	
HORNO DE FUSIÓN	Horno de fabricación propia con estructura de metal y manta cerámica.	
QUEMADOR	Quemador de fabricación propia con inyección de aire forzado mediante ventilador-turbina eléctrica.	
COMBUSTIBLE	Gasoil	
METAL / CANTIDAD	TIEMPOS DE FUSIÓN	
Aluminio 50-60 kg	30 - 40 min.	
Bronce (al Silicio) 60 – 80 kg	130-140 min.	
TIPO DE MOLDES	Fundición con moldes de Cáscara Cerámica Microfundición con Crisol Incorporado	
HORNO DE FUSIÓN	Horno de fabricación propia con estructura de metal –tambor de lavadora- y manta cerámica.	

QUEMADOR	Soplete –tela asfáltica-
COMBUSTIBLE	Gas Propano
METAL / CANTIDAD	TIEMPOS DE FUSIÓN
Bronce (85. 5. 5. 5.) 1,5 – 2 kg	25-30 min.
TIPO DE MOLDES	Fundición con moldes de Cáscara Cerámica Técnica directa
HORNO DE FUSIÓN	Horno de fabricación propia con estructura de metal y manta cerámica.
QUEMADOR	Quemador de fabricación propia con inyección de aire forzado mediante ventilador-turbina eléctrica.
COMBUSTIBLE	Gasoil
METAL / CANTIDAD	TIEMPOS DE FUSIÓN
Bronce (al Silicio) 50 – 60 kg	100-120 min.
TIPO DE MOLDES	Fundición con moldes de Cáscara Cerámica Crisol Fusible
HORNO DE FUSIÓN	Horno elevable de fabricación propia con estructura de metal y manta cerámica.
QUEMADOR	Q.T.A. (Quemador Turbo Asistido)
COMBUSTIBLE	Gas Propano
METAL / CANTIDAD	TIEMPOS DE FUSIÓN
Bronce (aleación desconocida) 20-25 kg	30-40 min.
TIPO DE MOLDES	Fundición con moldes de Arena Moldeo Químico
HORNO DE FUSIÓN	Horno de fabricación propia con estructura de metal y manta cerámica.
QUEMADOR	Soplete
COMBUSTIBLE	Gas Butano / Propano
METAL / CANTIDAD	TIEMPOS DE FUSIÓN
Aluminio / 40-50 kg	30 - 40 min.
TIPO DE MOLDES	Fundición con moldes de Olla Cilindros de Quarzfín-escayola/ Llenado directo
HORNO DE FUSIÓN	Horno comercial
COMBUSTIBLE	Electricidad
METAL / CANTIDAD	TIEMPOS DE FUSIÓN
Bronce (aleación desconocida) 10-12 kg (aprox.)	6 horas.

Tabla 68.

Los datos de esta tabla (sobre estas líneas) son orientativos. Como hemos señalado pueden variar si se aumenta la carga, se cambia de combustible, el tamaño del horno,... o por ejemplo, los tiempos de fusión que se indican fueron obtenidos con el horno en frío, es decir que la medición se lleva a cabo desde que se introduce el metal en el horno y se acciona el quemador o se programa su arranque como en el caso del horno eléctrico. La experiencia nos dice que los tiempos disminuyen mucho entre una primera colada que partió del horno frío y la colada que se realiza inmediatamente después con el horno en caliente, sobre todo si el equipo tiene un buen aislamiento térmico y conserva bien la temperatura –como los hornos de ladrillo refractario-. Podríamos decir, que debido a que se trata de una técnica limitada en cuanto a la carga de metal que admite por molde, la *microfusión* con crisol incorporado es una de las técnicas más rápidas junto con el *crisol fusible* que permite cargas mayores. Las técnicas supeditadas al uso de un crisol exento –incluida la técnica primitiva con moldes cerámicos- son rentables precisamente al trabajar con grandes cantidades de metal, por tanto los tiempos son mayores a los de técnicas diseñadas para una producción pequeña –casi de pieza única por colada-. En el caso de la fundición tradicional italiana, se invierte tiempo en enterrar convenientemente los moldes en arena para prevenir problemas. Los moldes de cáscara también podrían ser enterrados en cajas de arena, como lo hacen en la Facultad de BB. AA. de Barcelona, o bien situarlos en el interior del arca de colada suspendidos convenientemente con gavillas de hierro con lo que se ahorra tiempo.

Podemos deducir que los hornos con resistencia eléctrica requieren de un mayor número de horas para llegar al punto de fusión del bronce en comparación con los hornos de gasoil o gas. Si las curvas de temperatura resultaron ser muy similares cuando descaramos o cocemos, por ejemplo varios moldes de olla, con una mufla de gasoil o una mufla eléctrica, en el proceso de fusión de metales la diferencia es significativa. Hemos de mencionar que existen buenos avances entorno a la fusión por microondas, que auguran muy buenos resultados en poco tiempo. Y donde vuelve a destacar la figura de Mr. David Reid como pionero en este campo.



127. Se trata de una imagen publicada por Mr. David Reid en su perfil de twitter, donde puede ver el uso de un microondas doméstico para fundir 50gr de plata en pocos minutos.

5.2.2.6. *Eliminación del molde.*

Al deshidratarse, el molde de *chamota* pierde dureza y se desprende con cierta facilidad. Es bastante habitual la eliminación del molde con chorro de arena o agua a presión, lo cual reduciría el proceso a una media hora, sin importar mucho el tamaño de la pieza, aunque previamente ha de retirarse el grueso del molde con medios manuales lo que lleva tiempo. Sin embargo, en piezas con un detalle de modelado importante, este tipo de prácticas pueden ser consideradas por algunos escultores como demasiado agresivas, sobre todo el uso de arena a presión. Uno de los inconvenientes al eliminar manualmente este tipo de moldes para liberar la pieza en metal son los núcleos. Durante su conformación, el vertido del refractario no es un problema puesto que la mezcla de escayola, ladrillo molido y agua posee una fluidez lo suficientemente adecuada para introducirse por aberturas de pequeño tamaño, el problema surge cuando el material refractario se desea eliminar después de la colada. No son pocas las piezas de bronce de carácter cerrado que aún conservan su núcleo de *chamota*, aportando cierto peso de más a la obra final.

A pesar de todo, y en base a la experiencias personales, podría decirse que eliminar el molde de *chamota* de una pieza de unos 30 cm en su longitud mayor, no supera las tres horas de trabajo íntegramente manual. Pero tenemos que volver a matizar que la morfología de la pieza es determinante.

Los moldes de cáscara cerámica adquieren, como cualquier material cerámico, gran dureza. Cuanto mayor haya sido el tiempo de exposición del molde al fuego mayor será la dureza del material cerámico y más tiempo se precisará para eliminarlo. Si optamos por llevar a cabo la actividad con medios únicamente manuales, retirar totalmente la cascarilla de la pieza puede suponer unas ocho horas de trabajo. El uso de sustancias químicas como la sosa caustica, el ácido nítrico o el ácido fluorhídrico, pueden facilitar en cierta medida el proceso. Si bien el empleo de ácido fluorhídrico es uno de los más eficaces para acabar con el molde de cascarilla cerámica -pues altera directamente las propiedades físicas de ésta y la debilita- se aumentan los riesgos sobre nuestra seguridad, exponiéndonos a sufrir incluso quemaduras químicas bastante graves que no compensan su utilización, valorando además que estos productos también necesitan de un periodo de actuación ¹⁶².

Los moldes cerámicos característicos de una fundición tradicional primitiva pueden situarse a medio camino entre los moldes de *picadizo* a la italiana y los moldes de cáscara cerámica. Si bien, su dureza, y por tanto la resistencia que presentan estos moldes a ser eliminados, es mucho menor que su homóloga de cascarilla.

Posiblemente los moldes de arena sean los más fáciles de eliminar. Si se ha trabajado en verde, tan sólo se debe sacudir y golpear cuidadosamente las cajas de moldeo y la pieza de metal es liberada de su recubrimiento rápidamente. Con la ayuda de pinces de cerda robusta o cepillos metálicos se puede dejar libre de arena la escultura en menos de una

¹⁶² MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida: técnica de la cascarilla cerámica*. pp. 414-418.

hora. Si se han utilizado resinas para el fraguado del molde, puede que el proceso se prolongue unos minutos y requiera utilizar mazas de goma o algún que otro cincel para extraer los *noyos*.

5.2.2.7. *Eliminar el sistema de bebederos.*

Recordemos que el árbol de colada apropiado cuando se trabaja con moldes de *picadizo* es algo más complejo que el sistema de bebederos requerido por otros métodos de fundición artística. El número de bebederos secundarios, encargados de distribuir el metal fundido y asegurar el correcto positivado en metal, es relativamente amplio, por lo tanto su eliminación exige de un tiempo mayor en comparación con otros sistemas de colada. Si bien es cierto, hoy día muchas herramientas mecánicas como la *radial* o la *fresadora* son habituales en el taller de escultor lo que facilita muchísimo la eliminación de bebederos, reduciendo en consecuencia los tiempos a tan solo unas horas de trabajo.

En aquellas versiones donde el sistema de colada es directo, el número de bebederos primarios y secundarios se reduce y los respiraderos son prácticamente inexistentes. Esta simplicidad y economía de bebederos en el diseño de un sistema de colada directo repercute favorablemente en el tiempo necesario para retocar y ultimar la pieza en bronce.

La fundición con moldes de arena se caracteriza esencialmente por un sistema de colada sencillo. El número de bebederos es bastante reducido y su eliminación no requiere mucho trabajo. Ahora bien, estos bebederos son más gruesos, por ejemplo, que los que conforman un sistema de colada en un molde cerámico. El objetivo es atenuar los posibles problemas de llenado que puedan surgir en la colada pues no olvidemos que se está vertiendo el metal en un molde con una temperatura marcadamente más baja que la del caldo. Esta mayor sección de los bebederos los hace más difíciles de cortar pero, sobre todo, es un factor que afecta al repaso final del metal en frío pues, cuanto mayor es la superficie dañada más complejo y laborioso resulta integrar los puntos de contacto de éstos con la pieza.

5.2.3. Costes.

Pocas técnicas al servicio de la escultura, y de las artes en general, pueden ser estrictamente evaluadas atendiendo a la inversión económica que comportan. Hemos visto cómo hacerse con un equipamiento apropiado para fundición artística oscila desde los mínimos recursos para un trabajo temporal y versátil al equipamiento fijo, especializado y de alta gama. La propia técnica permite recurrir a diferentes versiones con necesidades muy distintas y en muchos casos, la situación geográfica y las carencias o peculiaridades del lugar modifican la manera de trabajar y los medios que se utilizan. Por ejemplo, recordemos la adaptación sufrida en las aulas de fundición de La Laguna cuando encontraron un árido refractario de origen volcánico, abundante en la zona, y como terminó sustituyendo al ladrillo molido en la mezcla para moldes de *picadizo* con muy buenos resultados y a mejor precio.

Sin embargo, no por ser un factor de naturaleza compleja, algo imprecisa e inestable podemos darle de lado, pues es preciso que el escultor conozca el coste que supone la inversión en una técnica escultórica como la fundición artística. Es más a los alumnos les preocupa, llegando a considerar los costes, junto a la falta de un espacio adecuado, una de las causas que más dificultaría integrar la fundición artística en su taller, por encima de si tienen o no *conocimiento sobre el tema*, de *su interés* o la dificultad para encontrar *proveedores*.

En el Anexo IV puede encontrarse toda una lista de equipos, combustibles, materiales, herramientas de trabajo ...etc. con precios consultados en diferentes fuentes, comerciales y proveedores que puede servir al escultor para calcular personalmente un presupuesto aproximado de lo que le supondría invertir en la fundición artística que mejor se adapte a sus necesidades y a su espacio de trabajo. Dicho lo cual, a continuación se plantearán algunas cuestiones concisas en materia de costes básicos de varias de las versiones técnicas que se han ido analizando a lo largo de la tesis. Dividiremos el análisis en dos: los costes ante la fundición artística a la cera perdida y los costes en fundición artística a la arena.

5.2.3.1. *Derivados de las técnicas de fundición artística a la cera perdida.*

5.2.3.1.1. *Modelo en cera para fundición.*

Si bien ya hemos aclarado que cualquier material que pudiese ser eliminado durante el proceso de *descere cocción o sinterizado* del molde refractario, puede ser útil para realizar un modelo de fundición, la relación existente entre la cera y el metal es bastante significativa. La cera es sin lugar a dudas un material plástico de innumerable posibilidades, sus cualidades físicas permiten al escultor trabajar este material en frío, en caliente, por construcción, talla o modelado, por vertido mediante la utilización de moldes, etc. cualidades que superan bastante a las aportadas por muchos materiales escultóricos.

Por otra parte, trabajar el modelo de fundición directamente en cera, como modelo único, supone ahorrarnos algunos materiales de tránsito antes de llegar al proceso de fundición en sí mismo¹⁶³. En ese caso los costes del modelo a fundir y el árbol de colada, obedecen al precio de la cera, el equipo necesario para trabajar con ellas, las herramientas y el combustible.

Podemos adquirir varios tipos de cera, entre ellas las denominadas microcristalinas, muy comunes en el sector de la fundición artística. Estas se comercian en varias durezas, como la cera roja, muy dúctil, o la cera marrón y verde, algo más duras y quebradizas. También el escultor puede producir su propia cera de modelar con tres ingredientes básicos: cera de abeja virgen, parafina y colofonia. Hay muchas combinaciones posibles en la mezcla de estos tres componentes -sin incorporar ningún otro- lo que supone un amplio abanico de posibilidades de trabajo. En este sentido debemos destacar los estudios de la Dra. D^a. Carmen Marcos¹⁶⁴, recogidos en su tesis doctoral y que analizan exhaustivamente esas propiedades tan apreciadas por el escultor como su viscosidad, tenacidad o maleabilidad.

La cera es un material de tránsito, pero que pretendemos recuperar en gran parte, extrayéndola adecuadamente del molde refractario, un hecho que supone una ventaja económica. Para calentar la cera se suele usar un hornillo, puede ser eléctrico o de gas, es indiferente, si bien el hornillo eléctrico suele tener más limitada su potencia calorífica y ser un buen recurso para mantener la cera fundida sin que se sobrecaliente. Por otra parte el hornillo de gas es un gran recurso para derretir la colofonia cuando se mezcla por primera vez con la cera virgen y la parafina.



128. 129. 130. Izquierda: fragmento de cera virgen; Centro: parafina mezclándose con la cera virgen derretida; Derecha: colofonia.

¹⁶³ Otra opción sería: costearnos un material previo al modelo de fundición; realizar un vaciado de la pieza; y una vez obtenido el molde sacar un positivo en cera. Existen otras opciones claro, pero estos son dos de los procedimientos habituales que permiten un desglose de gastos. Generar modelos de fundición con fragmentos de madera encontrados en el taller, trozos de tela, cartón o incluso algún que otro bicho, es posible pero reconozcamos que se complica el hecho de calcular objetivamente los costes de la pieza.

¹⁶⁴ MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida: técnica de la cascarilla cerámica*, pp. 107-172.

No podemos olvidar los moldes para la fabricación de placas, bebederos, respiraderos, vaso de colada, crisoles, etc... Sin duda, constituyen una inversión fundamental para ejercer esta actividad.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Cera de abeja	16,94€/Kg
Parafina	4,96€/kg
Colofonia	6€/Kg
Cera industrial roja (placas de 5Kg)	32,16€
Cera industrial marrón (placas de 5Kg)	36€
Escayola (saco de 25 Kg)	2€
Hornillo eléctrico (de 2placas)	20,5€
Hornillo a Gas (fogón para bombonas Butsir o Camping)	22€
Bombona azul de 2,75 kg	48,85€
Cazos y cacerolas	1,35€
Brochas (juego de 4 brochas cerda dura)	1€

Tabla 69.

5.2.3.1.2. Molde refractario.

El modelo en cera, al margen de si ha de incluirse un sistema de colada directo o indirecto, es prácticamente igual en la mayor parte de las versiones en fundición artística, si existe realmente algo que las distinga claramente, ya sabemos que son las características del molde refractario y la manera de elaborarlo, y eso se refleja en los costes.

El precio de los materiales empleados en un molde refractario de olla puede que sea uno de los puntos a su favor de este método de fundición. Podemos disponer con cierta facilidad de su material fraguante, el yeso, en sacos de entre 20 y 25 kg. Obtener ladrillo molido es más complicado y aunque pueda terminar resultando rentable a largo plazo la adquisición de un equipo para triturar y adecuar personalmente los materiales del molde refractario, es una inversión muy costosa y requiere de bastante espacio en el taller. Si decidimos prescindir por ejemplo, de una picadora eléctrica para obtener el *picadizo* y realizar el proceso manualmente, machacando el refractario a golpe de maza y tamizando cuidadosamente el producto, la inversión en un primer momento sería menos costosa pero se incrementaría bastante el tiempo de elaboración de éste tipo de moldes. Ciertas fábricas muelen y tamizan los ladrillos defectuosos hasta conseguir una *chamota* muy fina, comercializándose luego como tierra batida, para pistas de tenis por ejemplo, pero un producto tan especializado conlleva un cierto coste. Algunos proveedores de refractarios también venden la *chamota* en varias granulometrías. Otra opción sería utilizar arena lavada en vez de ladrillo cocido molido, o recurrir a productos específicos como las escayolas refractarias –muy comunes en los talleres de fundición artística profesionales–.



131. Izquierda. En la imagen vemos un pallet de rasillones y varios sacos de yeso junto a la trituradora de escombros usada para producir la *chamota* necesaria para elaborar los moldes de olla a la italiana. Derecha: Detalle de los rasillones.

Para elaborar un molde de cáscara cerámica recordemos que lo primero es preparar una *barbotina* o *papilla* compuesta por sílice coloidal –el aglutinante- y un componente refractario en polvo bien sea el caolín comercializado como Moloquita, polvo de circón, alúmina tabular, *chamota*,...etc. A la solución base, añadiremos grafito y talco para los primeros estucados del modelo.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Goma laca (goma laca oscura en escamas)	11,01€/Kg
Alcohol 96° (bote de 250ml)	0,69€
Sílice coloidal	3,8€/l.
Alúmina tabular 0-0,045mm (-325)	2,55€/Kg
Alúmina tabular 0,2-0,6mm (28-48)	2,75€/Kg
Alúmina tabular 0,5-1mm (14-28)	2,55€/Kg
Moloquita -200 M	1,55€/Kg
Moloquita 16/30 M	1,55€/Kg
Moloquita 50/80 M	2,05€/Kg
Grafito en polvo	4,72€/Kg
Talco	5,02€/Kg
Pulverizador	0,75€
Palangana	0,90€
Guantes de nitrilo	2,95€

Tabla 70.

Ya hemos mencionado el hecho que disponer de proveedores de material refractario próximos al taller facilita mucho las cosas y además reduce los gastos considerablemente. El precio del material puede ser insostenible para la economía de un escultor novel, si debe pagar gastos de envíos abusivos, que a veces llegan a superar el precio del producto en sí. La caolinita o moloquita no es un material que pueda considerarse caro propiamente dicho, ante todo por las cualidades que posee y el aprovechamiento que se da de él. Si tenemos la posibilidad de disponer de estos materiales al *por menor*, ya sea porque la empresa lo permita, porque disponemos de una fundición amiga que nos facilite pequeñas cantidades o porque se ha conseguido llegar a un acuerdo con varios interesados, el precio puede ser asumido cómodamente, si se dispone claro de ingresos remunerados por otra actividad paralela como puede ser la docencia o bien de unos ahorros para material de trabajo.

Fundir con el *método mixto* de *chamota* y cáscara no difiere demasiado de los costes especificados para los moldes de olla a la italiana. La incorporación de dos o tres capas de material cerámico no incrementa demasiado la inversión. Los moldes refractarios en *microfusión con crisol incorporado*, *método directo* o *crisol fusible*, son moldes íntegramente realizados por revestimiento con cáscara cerámica. Como es lógico a medida que aumentamos los formatos, el coste de material aumenta proporcionalmente.

Es importante el correcto aglomerado entre la Sílice Coloidal y la Alúmina en polvo, así como la mezcla utilizada en la primera capa en la que se añade grafito y talco. Para esta labor suele adquirirse o fabricarse un bidón o tanque mezclador. Se compone básicamente de un cubo o bidón metálico y un motor de cierta potencia –sobre todo que sea capaz de soportar un buen número de horas en funcionamiento continuo- junto a un sistema de paletas rotatorias de acero inoxidable que impiden la decantación de la barbotina cerámica. Existen dos variantes¹⁶⁵:

- A. Que el motor, situado en la parte superior del conjunto, sea quien mantenga en continuo movimiento las aspas de acero inoxidable y éstas impidan la decantación de la mezcla de sílice coloidal y alúmina en polvo, permaneciendo el bidón fijo.
- B. Que el motor se encuentre sujeto al bidón que contiene la mezcla cerámica y sea éste quien gire mientras que las aspas de acero inoxidable se mantienen fijas, oponiendo resistencia al contenido del bidón en movimiento y favoreciendo la mixtura.

También comentamos la posibilidad de proceder manualmente o por medios no mecánicos. Cuando el número de piezas no es muy elevado y las cantidades de barbotina refractaria son reducidas puede usarse una palangana o cubeta flexible y batir con la ayuda de una cuchara o espátula. En la Facultad de Bellas Artes de la Laguna, los alumnos incluso preparan su papilla necesaria para su pieza en botellas de 1,5 o 2 litros. Mientras no se utilizan se procura mantenerlas inclinadas para conseguir que la decantación se localice en una esquina de la base y no en toda la base para facilitar su reutilización. Cuando David

¹⁶⁵ Ibídem, pp. 285-286.

Raid, a principio de los ochenta, apostó por la cáscara cerámica como material de fundición para el artista e incorporarla en el taller, muchos expertos del sector industrial comentaron que el método que planteaba no funcionaría mezclando los componentes en cubos, secando de un modo poco controlado o sinterizando la cáscara y descerando con una llama¹⁶⁶. Sin embargo, la experiencia ha mostrado que es posible y con buenos resultados. Pero como hemos expresado, la mezcla ha de homogenizarse bien y es por lo que algunos investigadores, como la Dra. D^a. Carmen Marcos, recomiendan que se prepare en dos fases: en una primera fase se removería de manera constante durante unas dos horas para que mezclen adecuadamente los componentes del recubrimiento; y en una segunda fase se lleva a cabo un mezclado reposado para eliminar aire y mojar completamente las partículas¹⁶⁷.

Para secar convenientemente los moldes cerámicos se ha de contar con un ventilador con el que se genere una corriente de aire forzado y localizado que circule y envuelva bien las piezas.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Espuerta	2,25€
Báscula hasta 5Kg	15,40€
Ventilador	19€
Taladro	21,95€
Varilla mezcladora	2,75€
Tanque mezclador	856,95€

Tabla 71.

5.2.3.1.3. Costes ante el descerado, cocción y sinterizado de moldes de fundición.

Existen hornos específicos para trabajos de fundición artística a la cera perdida, pero es habitual que para la eliminación del modelo de fundición y cocción del molde refractario se emplee la *mufla* propia de ceramistas. El mercado ofrece un amplio abanico de posibilidades atendiendo a la capacidad de carga, la potencia, el combustible o la sofisticación en los sistemas de control de temperaturas y tiempos. Recordemos que se nos presentan dos opciones básicas para adquirir un horno de estas características: bien comprándolo directamente a una empresa especializada en el sector, bien adquirirlo de segunda mano -lo que en principio disminuiría su precio considerablemente-.

La elección del tipo u otro de horno-mufla condicionará el formato de las piezas a fundir. El modelo N100 WAX, cuyo precio ha sido facilitado por la empresa Nabertherm, delimita la forma del molde de fundición a su capacidad interna; 40cm de anchura, 53cm de profundidad y 46cm de altura.

¹⁶⁶ Ibídem, p. 215.

¹⁶⁷ Ibídem, pp. 282-283.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Mufla eléctrica N100/WAX	6400€

Tabla 72.

La tercera opción es fabricar personalmente el horno de cocción. Puede tratarse de la construcción de una mufla de naturaleza permanente -rentable si el escultor reconoce en su trabajo un perfil de piezas constante y además realiza piezas cerámicas- o puede esperar a solventar sus necesidades adaptándose a los moldes de fundición en cada momento con una mufla temporal.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Ladrillos refractarios (4x11x22cm)	0,75€/ud
Bloques de hormigón	0,79€
Mortero refractario (saco de 25Kg)	9,9€
Perfiles en ángulo 4cm (4mm grosor) (barra de 6m)	10,33€/
Pletinas 3cm (barra de 6m)	5,25€/
Varillas roscadas 1cm	1€/m

Tabla 73.

En el descerado mediante *choque térmico* de moldes cerámicos se usa un horno al que denominamos *campana de descere*. Los costes en la fabricación de este tipo de hornos son bastante relativos, pero los gastos están muy por debajo de la adquisición de una mufla. Se trata de un producto cuyo diseño no es comercializado -aunque recuerda mucho a los hornos de rakú elevables- y suele ser el escultor quien la fabrique.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Campana de descere -Fabricación propia- (Perfiles de hierro, malla electrosoldada, manta refractaria, alambre de ferralla, poleas, contrapeso, cable de acero)	131,65€
Soplete chamuscador	26,55€
Regulador de gas-salida libre	8,64€

Tabla 74.

Además de ahorrar energía, organizarse ante las jornadas de descerado, cocción o sinterizado de moldes, rentabiliza los costes del trabajo y eso lo saben bien los ceramistas.

5.2.3.1.4. Costes ante la fusión y colada del metal.

Las coladas de metal con moldes de *chamota* se realizaban habitualmente empleando un crisol exento, resulta complicado que un fundidor novel disponga en su taller de un horno de crisol basculante. Sin embargo, algunas de las variantes técnicas con cáscara cerámica se caracterizan por que su diseño unifica elementos como el molde refractario y el crisol. En *Microfusión con Crisol Incorporado*, el conjunto cerámico es introducido en un horno con

capacidad suficiente para acoger pieza y crisol. Los hornos no necesitan ser muy grandes, pues las piezas a fundir ya hemos comentado no suelen sobrepasar el kilo y medio, tres kilos, de metal.

Si la experiencia es muy puntual, se puede recurrir a varios ladrillos refractarios -y manta cerámica como tapa (opcional)- para fundir por *microfusión*, un recurso extremadamente económico. Los hornos de fusión con manta cerámica entrañan poca complejidad a la hora de realizarlos. Un horno muy común con este tipo de piezas, sobre todo en las prácticas iniciales, suele construirse a partir de un bidón metálico de unos 40 o 50 cm de diámetro, tapizado en su interior con manta cerámica y con una base adecuada de ladrillos refractarios. Es conveniente utilizar cáscara cerámica para reforzar ciertas partes, como por ejemplo los bordes del orificio de entrada para fuego o los propios bordes del horno. Del mismo modo que en la fabricación de la campana de descere, el cuerpo cilíndrico de metal puede ser de naturaleza variada, aunque es bueno que sea un material que soporte bien las altas temperaturas y si es posible, que su comportamiento como aislante térmico sea bueno. Este tipo de hornos puede servir en un momento determinado para fundir metal en un crisol exento de unos 15 o 20 kg de capacidad, según las dimensiones del horno. Por lo que encontraríamos cierta viabilidad en la realización de piezas de mediano formato mediante moldes de cáscara cerámica en *Método Directo*.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Ladrillo refractario baja densidad (caja 6 ladrillos g-23 230x114x64mm)	19,42€
Manta cerámica (opcional) (S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)	81,16€
Perfiles en ángulo 4cm (4mm grosor) barra de 6m	10,33€
Pletinas 3cm (4mm grosor) barra de 6m	5,25€
Malla metálica	1,41€/ m2
Bidón metal usado. (88 cm de alto x 60 cm de diámetro)	14,95€
Pinzas para microfusión	5,95€
Bronce (bronce marrón barras redondas de 15x3300mm)	8,95€/Kg
Latón (barras redondas de 15x3000mm)	5,53€/Kg
Aluminio (barras redondas de 15x3000mm)	5€/m

Tabla 75.

Recordemos que al trabajar con crisol exento y moldes de cáscara, como es el caso del *Método Directo*, es necesario disponer de un arca donde mantenerlos calientes. La porosidad, que es una de las cualidades más destacables de la cáscara cerámica, puede resultar en este caso, un inconveniente al favorecer el enfriamiento del metal.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Ladrillos refractarios (4x11x22cm)(Para el arca)	0,75€/ud
Crisol A8 para (12,5Kg bronce)	72.60€
Pinzas para crisol	5,3€

(Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5 tornillos con sus tuercas)	
Maneral (Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas)	5,7€
Varilla para retirar la escoria (Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)	1,82€

Tabla 76.

Si se opta por la versión original del *Crisol Fusible*, en vez de usar un crisol fusible exento, sólo sería necesario un horno de fusión, sin otra infraestructura donde calentar el molde cerámico. Si bien puede incluirse en el equipamiento un polipasto o elevador que facilite el manejo del horno. Si por el contrario, el crisol fusible es exento, se aumentan los costes pues haría falta un equipo, algo más complejo, dividido en dos: un espacio-horno de fusión donde situar el crisol y un espacio-mufla reservado a los moldes¹⁶⁸.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Chapas de cobre. (Plancha de 1mm x 12,5cm x 16,5cm)	5,95€
Chapa de acero inoxidable (1000x1000mm)	56€
Manta cerámica (opcional) S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)	81,16€
Quemador Turbo Asistido	1000€
Elevador EINHELL BT-EH 250 (opcional)	89,95€

Tabla 77.

5.2.3.2. *Técnicas de fundición artística a la arena.*

5.2.3.2.1. *Modelo de fundición.*

En la fundición a la arena tradicionalmente se trabaja con un modelo sólido preparado en madera o yeso, lógicamente cuanto más complejo formalmente sea ese modelo, más complicado también resultará practicarle un vaciado en arena. Solventar una pieza escultórica a través de materiales rígidos puede resultar más laborioso que trabajar con un material dúctil como la cera, pero los costes suelen resultar muy bajos. Diferente es plantear la pieza en arcilla, cera, plastilina,... y obtener después por moldeado un positivo rígido. Así, resulta más fácil la gestación de la pieza pero económicamente es más costoso llegar al modelo de fundición con el que preparar el molde de arena.

¹⁶⁸ Ese espacio-mufla es donde se calentarán los moldes de cáscara cerámica ~~trabaja~~, pero también puede ser un espacio reservado bajo el horno de fusión –y conectado con éste- cuando se trabaje con otro tipo de moldes.

Por otro lado, nos encontramos con los *modelos gasificables*. Éstos permiten continuar con los procesos de fundición sin necesitar copia en otro material. El precio del poliestireno expandido o extruido es bastante asequible y pueden encontrarse fácilmente ya que es un producto de aislamiento bastante común. Eso sí, cuando de verdad sale rentable este tipo de materiales es cuando son productos desechados y reciclados que no suponen gasto alguno para el escultor.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
<i>Poliestireno extruido</i>	2,87€/m ²
Poliestireno expandido	1,42€/m ²

Tabla 78.

5.2.3.2.2. Molde refractario.

Será necesario disponer de un par de cajas de moldeo con las que contener la arena de moldeo. El tamaño y la morfología de la pieza a fundir determinaran la forma y dimensiones de la caja de fundición. Suelen ser de hierro fundido o de chapa y estar compuestas de dos partes, una superior y otra inferior, aunque no está de más disponer de más módulos con el fin de adaptarse a las necesidades de cada momento. Como advierte Terry Aspin¹⁶⁹, para un pequeño taller las cajas de moldeo fabricadas personalmente en madera no son nada desdeñables, son sencillas de construir y más baratas. Incluso, cuando se trabaja con moldeo químico autofraguante, puede servir una simple caja de cartón como encofrado ya que la presión del metal fundido es resistida por el molde de arena y no por la caja. No ocurre así cuando se trata de moldeo en verde, entonces sí es necesario que la caja sea fuerte y contenga bien la presión metalostática.



132. Caja de madera para moldeo a la arena.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Tablas de madera (tablero marino contrachapado fenólico de 250x122x1 cm)	17,37€/m ²
Arena Petrobond	1€/kg
Arena de sílice	0,15€/Kg
Resina P-52	2,95€/Kg
Catalizador CV-80	3,60€/Kg

Tabla 79.

¹⁶⁹ ASPIN B., Terry. *Principios de fundición*. 1995, pp. 30-35.

Es común, y muy necesario, recurrir a fundidores profesionales en busca de información y consejos. En ocasiones son un medio valioso de conseguir materiales que de otro modo resultaría extremadamente complejo. Ciertos productos específicos del sector, no son comercializados al por menor por la empresa distribuidora, pues la venta de esas cantidades no compensan económicamente.

5.2.3.2.3. Costes ante la fusión y colada del metal.

El proceso de fusión del metal no es distinto a otros métodos de fundición, donde la colada se realiza con crisol exento. Es necesario disponer de un crisol y de un horno de fusión. La ventaja ante otras técnicas radica en que no es necesario enterrar los moldes en un foso o encofrado de madera ni de calentarlos en un arca.

5.2.3.3. Costes energéticos.

Las fuentes de energía están presentes en el proceso de fundición artística desde la primera fase de trabajo, desde el momento en que empezamos a preparar el modelo en cera. En realidad, es totalmente lógico si consideramos que se trata de una técnica que tiene al fuego y las altas temperaturas como protagonista. Pues bien, la elección de un tipo u otro de fuente de energía no solo repercutirá en la tecnología y el diseño de algunos equipos de trabajo relevantes en fundición –como los hornos–, sino que también supone una inversión económica.

Rara vez se trabaja con una única fuente de energía, por ejemplo es habitual emplear hornillos eléctricos durante la elaboración de las piezas en cera para calentar los útiles de trabajo y sin embargo es poco frecuente que el horno de fusión sea también eléctrico. Y no es por el consumo energético y los gastos de luz que supone adquirir ese tipo de hornos de fusión, sino más bien por su precio de compra y el tiempo de trabajo que requiere –como vimos en apartados anteriores–. También suelen necesitar la contratación de una potencia superior a los 3.45-4.4 kWh, que es la habitual en el ámbito doméstico, lo cual supone una inversión económica pero sobre todo de infraestructura. Hornos de cocción, como las muflas cerámicas, suelen encontrarse con frecuencia en ese rango de potencia doméstica contratada. Eso sí, si existe una fase de trabajo donde la energía eléctrica ejerce su hegemonía, es en la fase de repaso del metal y definición. Radiales, fresadoras, compresores, lijadoras... toda una amplia gama de herramientas eléctricas son empleadas en esa fase casi final del proceso en fundición.

<i>Equipo</i>	<i>Potencia</i>	<i>Tiempo para llevar a cabo la actividad</i>	<i>Precio / €¹⁷⁰</i>
Hornillo eléctrico, <i>Hookah Flame</i>	1kW	8 h.	0,560914 €*
Horno eléctrico de carga superior <i>Plutón 1S/1300°C</i> Max (Cerámica)	4 kW	6 h.**	1,685712 €*
Horno eléctrico <i>T10/13</i> -capacidad 70Kg Cu-	16 kW	6 h.**	6.742848 €*
Mufla eléctrica <i>N100/WAX</i>	7,5 kw	12 h***	6.32142 €*
* En base a un precio del kWh de 0,070238 € ** Tiempo estimado para un periodo de fusión de un crisol A8 de bronce. ***Tiempo estimado para un periodo de descerado y cocción de moldes de olla-cilíndricos de 10 cm de radio.			

Tabla 80.

El gasoil, la gasolina o CLP como el butano o el propano son los responsables de momentos tan importantes como la cocción, descerado, sinterizado de moldes o la fusión del metal. Cuando se desea adquirir o fabricar un horno, la pregunta que nos formulamos es por qué combustible nos decantamos, si por gasoil o por gas, parece ineludible. Entonces el factor económico aflora, pues si el espacio de trabajo nos lo permite, los combustibles líquidos bien administrados resultan más rentables que el gas butano o propano.

<i>Combustible Líquidos</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Gasóleo A (convencional)	1,059 - 1,170 €/l
Gasolina 95 Protección	1,197 -1,320 €/l
Gasolina 98	1,329 - 1,462 €/i
<i>G. L. P.</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Bombona de Butano / 12,5 kg	13,52€/recarga
Bombona de Propano / 11 kg	11,90€/recarga

Tabla 81.

Por último tenemos los combustibles sólidos. Si bien no se recurre con tanta frecuencia a ellos como a los anteriores, el motivo no es por su precio. Si no fuese por el tiempo que requiere fundir un crisol de 10Kg de bronce con carbón vegetal y lo aparatoso que resulta conseguir una buena combustión continua, seguramente recurriríamos a este combustible más a menudo. Solo tenemos que realizar una comparación de esta actividad con otras más cotidianas, por ejemplo hacer una barbacoa; no es que resulte caro preparar una parrillada con leña o carbón, lo que requiere es de paciencia, tiempo y un espacio bien ventilado –a ser posible al exterior-.

¹⁷⁰ Se trata del coste que supone el consumo de una hornada según las características técnicas del equipo, al margen de impuestos añadidos -como el impuesto eléctrico o el IVA- así como de los costes de contratación, peajes de acceso, alquiler de equipos de medida y control... etc. Por supuesto a mayor potencia contratada mayor será su coste base.

<i>Combustible Sólidos</i>	<i>Precio orientativo/ €</i>
Carbón Vegetal de encina / saco 20-25 kg	19 – 23,75 €
Carbón de Coque / Saco 14 kg	18 €
Carbón de fragua –Antracita- / Saco 30 kg	28 €
Leña de Encina / saco de 20kg	7,50 €

Tabla 82.

5.2.3.4. *Otros aspectos económicos a tener en cuenta al invertir en fundición artística.*

Adecuar un espacio poco ventilado para las exigencias de una actividad como la nos ocupa, puede que sea una de las inversiones más costosas de todo el proceso de integración. Sin embargo, pocas veces el escultor que se asoma por primera vez al vasto mundo de la fundición piensa en ello. La fuerza de captación junto al foco emisor necesaria cuando se modela con cera en una mesa de trabajo, bien sea con un sistema de extracción localizada con cabina o por campana, se mantiene entre los 400-700m³/h, que puede ser el caudal de un extractor de cocina, lo cual no supone un gran coste. Pero en algún momento se ha de resolver el sistema de ventilación localizada en la zona de descerado, cocción, sinterizado o fusión-colada, y solventar la necesidad que estas operaciones tienen de caudales por encima de los 3000 m³/h. Un buen sistema de ventilación que resuelva las necesidades de todas y cada una de las fases de trabajo presentes en fundición no es económico.

<i>Ventilación-Extracción</i>	<i>Precio orientativo / €</i>
Cata extractor cocina GS600 (450 m ³ /h)	80 €
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,90€
Extractor (ventilador radial BRV 9/9 de 5000 M ³ /h)	129€
Tubo Aislado Térmico (102mm) / 10m	29,75€
Tubo Aislado Térmico (203mm) / 10m	49,90€

Tabla 83.

Las medidas de insonorización se centran en disminuir las emisiones de ruido producidas por un compresor, una turbina o ventilador potente que estén vinculados a la fundición, o bien herramientas eléctricas con las que repasar y definir la pieza ya en metal fundido. Recordemos que lo habitual es aislar los equipos grandes en una habitación contigua al taller, en un reservado dentro del taller o fabricándoles su espacio insonorizado a medida, para lo cual son útiles los paneles de espuma aglomerada de poliuretano o las piezas de poliuretano-esponja. Un problema diferente consiste en aislar térmicamente los hornos y los elementos arquitectónicos a los que pueda afectar la radiación térmica de la actividad. Es importante invertir bien en materiales ignífugos y con buena capacidad aislante, proteger paredes cercanas al horno, techos o incluso el sistema de extracción localizada.

<i>Material-Producto-Herramienta</i>	<i>Precio orientativo / €</i>
Lana de roca(135x60x4cm)	3,80€
Lana de vidrio (1750x600x5cm)	18,95€
Placa de <i>fibro-yeso</i> (1500x1000x10 mm)	8,50€/ud
Aislamiento acústico (Poliuretano compactado, plancha de 2000x1000x40mm)	15,95€/ud

Tabla 84.

Durante el trabajo con herramientas eléctricas ha de recurrirse a equipos de protección individual que mitiguen el impacto sonoro de éstas sobre el escultor. En general en cada fase de trabajo es necesario contar con el EPI adecuado, lo cual supone una inversión más que necesaria.

<i>E. P. I.</i>	<i>Precio orientativo / €</i>
Gafas de protección	1,80€
Visera de protección	12,41€
Auriculares de protección	5,95€
Mascarilla FFP2 (3unidades)	2,6€
Mascarilla FFP3 (2unidades)	4,95€
Mascarilla con filtro químico del tipo mixto ABEKP3 (FILTRO MIXTO)	34,95€
Mono de trabajo	14,95€
Delantal de acercamiento al fuego	58,3€
Guantes de aproximación al fuego	58,3€
Guantes soldadura	6,49€
Zapatos o botas de seguridad	17€

Tabla 85.

Echando un vistazo rápido a las tablas orientativas de este apartado, podemos concluir que la fundición artística no es una técnica escultórica económica. Requiere de una inversión importante para integrarse en el taller con carácter permanente. Por decirlo de alguna manera, el gasto recae principalmente en la adquisición del *material inventariable* necesario para el taller: equipos de trabajo e infraestructuras con una larga vida útil –de más de un año- que suponen un sobre-coste inicial importante rentabilizable únicamente a largo plazo. El material fungible supone un gasto razonable si consideramos el producto final, pero mayor al de otras técnicas escultóricas de naturaleza parecida.

No podemos suponer que el artista elige un material u otro exclusivamente por su rentabilidad económica, como tampoco podemos aseverar que esa rentabilidad económica sea tal, pues el coste concreto de los materiales fungibles de forma individualizada no ha supuesto nunca el valor absoluto de una obra escultórica. Sabemos que la escultura no nace previo cálculo exhaustivo de sumar costes materiales y horas de trabajo, pero claro, este proyecto pretende arrojar luz sobre preguntas y cuestionamientos en torno a la fundición artística y sin duda, los de inversión preocupan al artista. Ofrecer esta información, aun

siendo inestable pues el precio de mercado de estos productos se modifica con el tiempo, es una muestra de deferencia con el escultor que no ha de invertir a ciegas para incluir una actividad nueva en su taller.

5.3. Por un Taller Seguro. Valoración básica de riesgos.

Hemos podido comprobar la complejidad que presenta un espacio como el taller, donde el escultor se permite dar rienda suelta a sus impulsos de creación. Un lugar para meditar y llevar a cabo sus proyectos, para investigar sobre el objeto escultórico, para experimentar con diferentes materias... pero ante todo, a efectos prácticos, se trata de un espacio de trabajo. Su habitante ha de ser consciente de lo que eso supone, analizar ciertas medidas y velar por su seguridad y la de terceros. El gozo de autonomía del que disfruta para materializar sus proyectos no lo excluye de evaluar los riesgos a los que se encuentra expuesto, sobre todo ante técnicas como la fundición artística. No se trata de coaccionar o limitar la práctica escultórica con normas y actuaciones engorrosas, sino de intentar hacer las cosas bien, protegiéndole de cualquier riesgo. Procuraremos ser concisos y mencionar algunos aspectos básicos en materia preventiva y seguridad, siendo conscientes de que si se trata de controlar que la fundición artística tenga lugar de forma segura en un taller concreto, es síntoma de que se ha superado una primera fase de su integración, es decir, que ya se está ejerciendo la actividad.

Según dispone en su capítulo primero el Real Decreto 39/1997 en materia de servicios preventivos¹⁷¹, la prevención de riesgos laborales habría de integrarse en función de todas las actividades llevadas a cabo en el lugar de trabajo, sin embargo, las técnicas escultóricas que pueden concurrir en el taller dificultan ese ejercicio de concreción. Un plan de prevención de riesgos adaptado al lugar supone: buscar una estructura organizativa para en el taller; definir las funciones existentes en el ámbito de trabajo; analizar cada práctica, procedimiento y proceso; y sopesar los recursos disponibles para llevar a buen término la acción preventiva. El escultor, en su ejercicio privado y sin ánimo de lucro, no está obligado a contar con un plan de prevención exhaustivo, como el que están obligadas a tener las fundiciones profesionales antes de poner en marcha su negocio, por lo que el peso de su seguridad recae íntegramente en su manera de proceder. La forma de trabajar de un artista en su taller a menudo es una extensión de su formación. Recordemos que el taller donde adquirimos nuestros conocimientos técnicos puede resultar un referente imaginario de mucho peso. En ese sentido, quisiéramos destacar las iniciativas emprendidas por los diferentes centros universitarios que han visto en la seguridad, no solo una necesidad, sino también un importante campo de investigación e innovación docente.

¹⁷¹ España. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, 31 de enero de 1997, núm. 27, p. 3031. Capítulo I, Artículo 1.1.

“Els procediments normalitzats de treball. En la gestió integrada de la qualitat, el medi ambient i la seguretat en la docència experimental de les facultats de belles arts”¹⁷² nace precisamente de un proyecto de innovación grupal entre varios docentes y personal técnico de la Facultad de Bellas Artes de Barcelona, coordinado por el profesor Dr. D. Joan Valle Martí. Sus objetivos; normalizar y optimizar el trabajo en las aulas-taller del centro, de forma individualizada -por asignaturas-, para que sea más seguro y rentable. Anteriormente, en el primer congreso sobre fundición artística, ya expuso el Dr. D. Joan Valle parte de medidas *adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del Taller de Fundición* de la Facultad de BB. AA. de Barcelona¹⁷³.

En el segundo congreso será una experiencia piloto de PNT *en la sección de ceras de los laboratorios de fundición artística de las Facultades de BB. AA. de las Universidades de Barcelona, Cuenca y Valencia*, la que os volverá a hacer pensar en este asunto y donde pudimos ver el material audiovisual que este tipo de proyectos iba generando.

De nuevo las aportaciones producto de la investigación universitaria son una fuente inestimable de información para los artistas y en este caso concreto, para los escultores interesados en la fundición¹⁷⁴.

5.3.1. Acondicionamiento del Lugar de Trabajo. Principios Básicos.

El taller ha de presentar unas condiciones de trabajo seguras para el escultor. Cuando se alquila un local con el fin de convertirlo en un taller para ejercer la escultura, cierto tipo de cosas, como el diseño y las características constructivas del lugar, pueden ser impuestas al escultor y su margen de actuación al respecto es mínimo. Aun así, es conveniente que durante el periodo de búsqueda o consolidación de su espacio de trabajo como taller, el escultor conozca las condiciones mínimas que deben concurrir para que éste se adecue lo mejor posible a las exigencias del oficio. Esas condiciones básicas del espacio de taller se han de tener muy en cuenta si entre las técnicas que van a llevarse a cabo en ese lugar se encuentra la fundición artística.

5.3.1.1.1. Seguridad Estructural.

En la mayor parte de los casos recordemos el escultor no va a disponer de una nave o lonja con la posibilidad de adecuar perfectamente la fundición artística al espacio sin muchas

¹⁷² *Procedimientos normalizados de trabajo. Gestión integrada de calidad, medio ambiente y seguridad en la docencia experimental de las facultades de bellas artes.*

¹⁷³ VALLE MARTÍ, Joan. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del Taller de Fundición y en el proceso de la Cascarilla Cerámica. p. 105-148.

¹⁷⁴ Aunque no sean un modelo exacto a imitar, lo cierto es que también son una buena fuente de información los programas de prevención publicados en línea por algunas empresas del sector, adaptando sus medidas a las necesidades del pequeño taller de escultor, como por ejemplo: “las Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para Fundiciones (MASS)”. Cooperación Financiera Internacional, Grupo del Banco Mundial. 30 Abril de 2007.

dificultades. Es importante comprobar que el taller en cuestión sea una edificación sólida, capaz de soportar las cargas o esfuerzos a los que será sometido durante la actividad escultórica. El espacio albergará sacos de cemento, de yeso, pellas de barro, áridos refractarios, bombonas de propano, equipos de trabajo como hornos, compresores de aire, etc. en suma una carga considerable que puede afectar a la estructura portante o de apoyo de la que dispone el espacio de trabajo. Durante el manejo o almacenado de estos elementos el escultor debe procurar no sobrecargar dicha estructura.

En general no se han de sobrecargar techos, paredes, pavimentos, estanterías, mesas... y en definitiva cualquier superficie susceptible de servir de apoyo a materiales o equipamiento y que no ofrezca garantías de resistir la carga a la que expondría.

5.3.1.1.2. Espacios de Trabajo.

La ley especifica que los lugares de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su labor de forma segura y en condiciones ergonómicas aceptables. Es aconsejable que la altura del taller sea de 3m o superior, pero en nuestro caso el escultor no siempre elige el espacio de trabajo antes de integrar la actividad y la altura del taller puede variar de una edificación a otra. También sabemos que ciertos procesos producen humos y gases, que hacen conveniente disponer de espacios altos y bien ventilados, o de un buen sistema de extracción forzada y localizada.

La separación entre los elementos materiales del taller ha de permitir que el escultor trabaje cómodamente y de un modo seguro. Aunque calcular el espacio mínimo que ha de disponer el escultor en su trabajo no es algo matemático, si podemos suponer que en un taller, aun siendo pequeño, el espacio disponible es suficiente para permitir una movilidad optima del artista. En este sentido, debemos tener muy en cuenta los principios de maniobrabilidad con equipos de fundición expuestos en el apartado 5.1.2.6. de esta investigación¹⁷⁵.

Aconsejamos disponer de ciertas zonas señalizadas –sobre todo en el suelo- con el fin de respetar los espacios de trabajo, manteniéndolos libres de obstáculos o restos de residuos y permitiendo su utilización en todo momento.

5.3.1.1.3. Distribución por Zonas.

El único operario implicado en la actividad escultórica del taller es el artista, quien realiza una gran variedad de actividades, tanto técnicas como proyectivas y de diseño, imposibles de sintetizar en este proyecto. En concreto, mientras se ejerce la fundición artística es conveniente llevar a cabo una distribución muy básica por zonas de actuación, nunca a título exclusivo y con carácter muy temporal, entre las que recomendamos:

- Zona de ceras

¹⁷⁵ (pp. 400-406)

- Zona de moldes
- Zona de fuego
- Zona de repaso de metal en frío.

5.3.1.1.4. Suelos, Aberturas y Desniveles.

Se ha de procurar que el piso del taller no sea resbaladizo, que no presenten irregularidades ni pendientes peligrosas y a ser posible que se trate de suelos resistentes a las acciones propias de la labor que se llevará a cabo en ellos. Los suelos de parqué, cauchos o mármol son bastante inapropiados en un taller de estas características. Los pavimentos de cemento son los más adecuados, suelen ser suelos de batalla, muy resistentes, antideslizantes en seco y capaces de soportar el metal fundido si se provoca un derrame puntual.

Disponer de un foso -u otro tipo de abertura en el suelo- para la colocación de moldes es habitual en talleres, donde la fundición artística posee una importancia muy visible. Si el escultor decidiese disponer de un lecho de colada de estas características, es esencial contar con un protector o plataforma firme con la que sellar el foso cuando no se utilice y retirarse cuando sea necesario usarlo.

5.3.1.1.5. Vías de Circulación.

Las vías de circulación deben poder utilizarse conforme a su uso. En el taller de escultor puede decirse que todo espacio es aprovechable, sin embargo ha de hacerse un esfuerzo por que las zonas de tránsito se encuentren despejadas y no se obstruyan por las actividades que se estén llevando a cabo. Estas zonas de taller, libres de obstáculos que sirven de vía de acceso a cualquier lugar del mismo son necesarias. Su señalización puede ser de gran utilidad - como lo son por ejemplo, las indicaciones pintadas en el pavimento-.

5.3.1.1.6. Puertas y Portones.

Si el taller dispone de puestas correderas, o portones que abran hacia arriba, es conveniente que estén provistas de un sistema adecuado de seguridad que impida que se salgan de los raíles durante su manipulación, o se caigan, produciendo algún tipo de daño. La no obstaculización de entradas y salidas disponibles en el taller es para la seguridad del taller.

5.3.1.1.7. Orden, Limpieza y Mantenimiento.

En la medida de lo posible, el escultor ha de mantener las zonas de trabajo lo más limpias posibles y con un orden adecuado para facilitar la labor y no poner en riesgo su integridad o el trabajo realizado. Aunque algunos escultores posean un temperamento fuerte y un carácter algo caótico en cuanto a organización se refiere, es beneficioso imponerse cierta disciplina, sobre todo ante la limpieza. En este sentido puntualizaremos:

- Se han de evitar las concentraciones excesivas de materiales, además de mantener una organización adecuada de herramientas y equipos de trabajo.

- Las vías de circulación y espacios de naturaleza multidisciplinar, han de mantenerse libres de obstáculos, permitiendo toda la libertad de actuación posible y no plantear dificultades.
- En lo referente al mantenimiento de herramientas y útiles de trabajo, ha de procurarse su limpieza y revisión periódica, siempre que sea necesario para mantenerlas en las mejores condiciones posibles. Hay que procurar guardarlas y almacenarlas apropiadamente tras su uso.
- Ha de evitarse la acumulación de: partículas de metal, áridos, fragmentos de madera, virutas, residuos de soldadura, etc. sobre y alrededor de los equipos y herramientas de trabajo.
- El suelo del local debe mantenerse libre de vertidos para prevenir resbalones.
- Y se ha mencionado la importancia que tienen los sistemas de ventilación, en fases de trabajo en fundición como en la conformación de moldes refractarios, la eliminación de modelos o la fusión y el vertido de metales, el escultor ha de procurarles un mantenimiento adecuado. En el caso de que se disponga de ventilación forzada, con filtros de carbono o similares, es importante revisar su estado y procurar emplazados en el momento que no cumplan debidamente con su función.
- La ley obliga a las empresas a facilitar manuales que especifiquen las cualidades y requerimientos del equipo o maquinaria de trabajo que vende, siendo recomendable conservar dichas instrucciones, así como las fichas de seguridad y cuanta información del producto sea posible, por si hemos de consultarlas en cualquier momento.
- No se deben sobrecargar u obstaculizar zonas de almacenamiento, como estanterías o muebles.

5.3.1.1.8. Condiciones Ambientales.

Trabajar en condiciones de trabajo inadecuadas puede repercutir seriamente en el artista y también en los proyectos escultóricos que se lleven a cabo en el taller. La temperatura ambiente influye en algunos materiales como las ceras de fundición. En ambientes fríos por ejemplo, se vuelven quebradizas y difíciles de manipular, y con una temperatura elevada pierden su consistencia. Es apropiado mantener un control de temperaturas por zonas de trabajo, aunque no podemos exigir a un escultor que acondicione cada uno de los espacios de un modo independiente y con las medidas de aislamiento adecuadas para el ahorro y aprovechamiento energético adecuados. Sin embargo, en la zona donde se almacenan los moldes de fundición es muy importante no alcanzar temperaturas extremas o con cambios bruscos. Por ejemplo, un exceso de calor durante el secado de moldes cerámicos –de cáscara o primitivos-, sin refuerzo de fibra o alambre y con el modelo en cera en su interior, puede provocar fisuras o incluso fracturas graves. La humedad ambiente complica el secado de la mayor parte de los moldes de fundición, pudiendo impedir que núcleos y zonas complejas lleguen a secarse convenientemente antes del descerado.

A continuación exponemos los límites de temperatura, humedad y ventilación adecuados al taller de escultor en base a lo establecido en el anexo III del R. D. 486/1997:

CONCEPTO	ACTIVIDADES DESARROLLADAS	LÍMITES
TEMPERATURA	Trabajos sedentarios propios de oficinas o similares.	17 – 27 °C
	Zonas donde se realicen trabajos ligeros.	14 – 25 °C
	Zonas de conservación de modelos de cera, moldes cerámicos... o similares	14 – 21 °C
HUMEDAD RELATIVA	Casi todas las Actividades Artísticas	30 – 70 %
	Zonas de conservación de modelos de cera, moldes cerámicos... o similares.	20 – 40 %
VELOCIDAD DE AIRE	Durante la realización de actividades propias del taller de escultor.	0,25 – 0,50 m/s
	Durante trabajos de fundición	0,75 m/s
VELOCIDAD EN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	Zona de conservación y secado de piezas y molde de fundición	0,35 m/s
RENOVACIÓN DEL AIRE	En general en todos los espacios de trabajo del taller.	50 m³/h

Tabla 86.

Durante el descerado y cocción de moldes, la fusión de metales o bien cuando se realizan trabajos con resina de poliéster o se usan equipos de soldadura, es necesario que el local disponga de un sistema de ventilación adecuado, que garantice la seguridad y el bienestar del escultor. No está de más contar con un sistema de aire acondicionado, si bien no detendrá el ascenso de las temperaturas a consecuencia de la fusión y colada del metal en un espacio de interior, tras la actividad si puede ser de ayuda para recuperar una temperatura ambiente agradable. Por supuesto, han de controlarse y mantenerse en buen estado todos estos medios y sistemas de ventilación.

5.3.1.1.9. Iluminación

El tipo de iluminación necesaria en un espacio de trabajo como el de taller de escultor se encuentra estrechamente relacionado a las actividades que realiza. Lo idóneo sería disponer de una buena luz natural en nuestro, pero si no es posible ha de equiparse el taller con una luz artificial apropiada. En base a lo dispuesto en el anexo IV del Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, podemos considerar que la actividad de un escultor necesita de una iluminación mínima de 500 lux.

ZONAS DONDE SE REALIZAN TAREAS CON:	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN
Bajas exigencias visuales	100 lux.
Exigencias visuales moderadas	200 lux.
Exigencias visuales altas	500 lux.
Exigencias visuales muy altas	1000 lux.

Áreas o locales de uso ocasional	50 lux.
Áreas o locales de uso habitual.	100 lux.

Tabla 87.

Sin embargo, no todas las zonas del taller precisan de esta cantidad de lúmenes y el escultor Ha de procurar cubrir bien las exigencias de cada zona de trabajo. En líneas generales se atenderá:

- La distribución de los niveles de iluminación para que sea lo más uniforme posible.
- Mantener unos niveles y contrastes de luminaria adecuados a las exigencias visuales de los diferentes procedimientos escultóricos.
- Atenuar cambios bruscos de iluminación en las zonas de trabajo.
- Evitar deslumbramientos directos que puedan causar malestar o pongan en riesgo nuestra seguridad.
- Disponer de luces de emergencia y seguridad.
- Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendios o de explosiones.

Hay muchas posibilidades a la hora de seleccionar una buena iluminación para nuestro taller. Existe la posibilidad de planificar la luz necesaria en nuestro espacio de trabajo recurriendo a algunos programas de ordenador diseñados para esa tarea.¹⁷⁶

5.3.1.1.10. Ruido.

Ya hemos mencionado algunos aspectos, sobre las emisiones de ruido en el apartado dedicado a los aislamientos en las zonas de trabajo, si bien puntualizaremos aquí algunos requerimientos básicos:

- En la medida de lo posible el exceso de ruido ha de evitarse o reducir su nivel al mínimo.
- Los nuevos equipos de trabajo tienen en cuenta las limitaciones acústicas exigidas por ley y cada vez son más silenciosos. Aconsejamos que el escultor lo tenga en cuenta también al adquirir una nueva herramienta eléctrica u otro tipo de maquinaria, y mirar por su mantenimiento para procurar que conserven esas características.
- Si la labor que se está realizando inevitablemente implica un nivel elevado de ruido, el escultor debe usar el equipo de protección individual oportuno y acortar las sesiones de trabajo en esa actividad para exponerse lo menos posible.
- Planificar las actividades de mayor ruido para que coincidan con la jornada de trabajo matutina y parte de la tarde.

¹⁷⁶ Como por ejemplo el software DIALux 4.12 que hemos utilizado para calcular y hacer una estimación de los focos de luz necesarios en los talleres, *Modelo de Estudio I* y *Modelo de Estudio II*, que incluimos en nuestro proyecto.

5.3.1.1.11. *Protección contra Incendios.*

El riesgo de incendio está presente en muchas de las actividades de taller. Por ello, es muy necesario un plan de acción preventiva y protección adecuado, ya sea en materia de infraestructuras, como de equipamiento individual. Según las dimensiones del taller, los equipos que se empleen y las características físicas y químicas de las sustancias existentes, los espacios de trabajo se equiparán con los medios necesarios para combatir un posible conato de incendio que pueda declararse. Lo habitual es contar con dispositivos no automáticos de lucha contra incendios, como extintores o mangueras. Deben ser de fácil acceso y manipulación y situarse convenientemente en aquellas zonas de trabajo con mayor probabilidad de riesgo. Conviene señalizarlos para tener una mejor visualización de ellos.

Dependiendo del **combustible** responsable del origen de un incendio, la normativa UNE-EN-2 contempla diferentes tipos de fuegos:

- **CLASE A:** Fuego producido por combustibles sólidos (no metálicos):
Madera, papel, cartón, telas,...
- **CLASE B:** Fuego producido por sustancias líquidas o de sólidos licuables:
Ceras, parafinas, colofonias, alcoholes, gasolina, disolventes,...
- **CLASE C:** Fuego producido por combustibles gaseosos:
Propano, butano, acetileno, metano, gas natural,...
- **CLASE D:** Fuego producido por combustibles metálicos:
Sodio, potasio, magnesio, aluminio en polvo,...

Los fuegos de clase B y C son los más frecuentes en un taller donde se llevan a cabo actividades relacionadas con la fundición artística, ya que materiales como la parafina, las ceras orgánicas, el alcohol, los disolventes, etc. son muy comunes y se emplean con asiduidad.

La energía de activación, con la que comienza la combustión, no es la misma para todas las sustancias combustibles. La mayor parte de ellas no llegan a la ignición hasta que no superan la temperatura ambiente, cuando son deslizadas o evaporadas y se mezclan con el oxígeno del aire, se dan las condiciones apropiadas para la combustión. Algunas son más sensibles e inflamables que otras:

- Un gas combustible arde a cualquier temperatura existiendo un foco de ignición mínimo.
- Un líquido inflamable arde a temperatura ambiente y cualquier foco de ignición puede prenderlo, ya que su temperatura de combustión es baja.
- Un líquido combustible como el gasóleo requerirá un ligero calentamiento, y entonces, cualquier foco de ignición podrá inflamarlo comportándose entonces como los líquidos inflamables.
- Algunas sustancias como el aceite y similares –como las parafinas- tienen su punto de inflamación sobre los 150-200°C.

- Los sólidos combustibles necesitan ser calentados hasta emitir vapores por destilación y generalmente su temperatura de combustión se encuentra por encima de los 100°C.
- Los sólidos pulverizados, finamente divididos, si se encuentran en suspensión en el aire se comportan como gases inflamables, pudiendo producir explosiones.

Al tratarse de procedimientos en los que se utilizan metales diversos para su fusión y transformación, también es conveniente tener en cuenta los fuegos de Clase D.

Causas más comunes por las que se origina un fuego en el taller de escultor.

Durante la preparación de modelos en cera o poliestireno suele ser común que algunos de estos materiales prendan, las consecuencias no suelen ser relevantes, pero tenemos que actuar debidamente. En ocasiones los hornillos de gas utilizados para calentar las herramientas metálicas acumulan cera en las inmediaciones del fogón, la cual al derretirse y calentarse puede prender con facilidad. Para evitar ese tipo de situaciones, es importante estar atento a estas acumulaciones de cera y en el caso de que ocurran y tengamos que actuar lo mejor es mantener la calma, retirar los recipientes de cera que estuviesen calentándose -si es el caso y siempre con guantes apropiados-, cerrar la llave del gas y depositar sobre la llama un paño semi-húmedo que cubra por completo la zona del fuego -y si es posible la bombona al completo- de ese modo privamos de oxígeno a la llama.

Las fuentes de ignición más comunes son la llama de los quemadores; chispas causadas por equipos de soldadura, oxicorte o corte con radial. Durante la cocción y descere de moldes, así como en la fusión de metales, hay que extremar las precauciones:

- Durante la eliminación de modelos de fundición por choque térmico, suelen salpicar sustancias incandescentes -la misma cera- que pueden provocar fuegos, si caen sobre materiales como el papel, la madera o piezas de poliestireno.
- En el vertido del metal es normal que se produzcan salpicaduras de metal fundido o se derrame ciertas cantidades. Esas pérdidas de metal pueden producir igniciones o quemaduras graves a las personas encargadas del proceso.

En base a la ley, se ha de considerar como un plan preventivo el conjunto de medidas o acciones llevadas a cabo por el escultor, en todas las fases de actividad en el taller, con el objetivo de evitar lesiones, enfermedades u otros trastornos derivados de su labor. Estos riesgos pueden provenir del manejo de herramientas y equipos de trabajo, de fallos en las instalaciones del taller, de la naturaleza química, física o biológica de ciertos productos... etc. En lo referente a la responsabilidad en materia de seguridad en el taller, puede decirse que ésta recae íntegramente en el escultor. Él es quien ejerce de artista, técnico y habitante de su taller. Si se tiene en cuenta que en ocasiones dispone de colaboradores familiarizados con la técnica, para solventar algunas fases de trabajo como el descerado de moldes refractarios o durante el vertido el metal fundido, el escultor también es responsable de esas personal, tanto o más que si estuviesen laboralmente a su cargo.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales -desde ahora LPRL- especifica una serie de planteamientos básicos, sobre los que cimentar un plan de prevención de riesgos. A continuación recogemos aquellos principios generales que pueden ser viables para el escultor¹⁷⁷:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún riesgo.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y los factores ambientales.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

Las obligaciones establecidas por la LPRL en materia de prevención de riesgos laborales para los trabajadores¹⁷⁸, son extrapolables a nuestro caso y de bastante importancia:

- Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas... y en definitiva, cualquier medio con el que desarrollen su actividad.

¹⁷⁷ España. Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, p. 32590. Artículo 15. 1.

¹⁷⁸ Ibídem, Artículo 29. 2.

- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad.
- Informar de cualquier situación que entrañe un riesgo para la salud.

5.3.2. Análisis y evaluación general de riesgos en fundición artística según las fases de trabajo.

Analizadas en puntos anteriores las características fundamentales de los diferentes métodos de fundición, así como las fases en las que se divide el trabajo, procederemos a determinar los riesgos que puedan detectarse en cada actividad. Los parámetros elegidos para la valoración de los riesgos observados en cada proceso son:

SEVERIDAD

- **BAJA:** Contusiones, erosiones, cortes superficiales y pequeñas magulladuras, irritaciones, trastornos, molestias, fatiga, mareos, discomfort,...
- **MEDIA:** Cortes, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, asma, dermatitis, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor,...
- **ALTA:** Amputaciones, intoxicaciones, fracturas mayores, lesiones múltiples, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida, quemaduras de alto grado,...

EXPOSICIÓN

- **BAJA:** Actividad poco común, pocas veces ha de llevarse a cabo, la actividad dura muy poco,...
- **MEDIA:** Actividad común, es bastante habitual que se realice, se le dedica un tiempo considerable, forma buena parte del proceso de fundición artística...
- **ALTA:** La exposición es constante, los tiempos de realización de la actividad son muy largos, es la actividad de mayor presencia en fundición artística...

PROBABILIDAD

- **BAJA:** Es muy raro que se produzca el daño, es raro pero ha ocurrido en alguna parte, ocurrirá raras veces...
- **MEDIA:** El daño ocurrirá en algunas ocasiones, no sería raro, ha ocurrido en algunas ocasiones...
- **ALTA:** El daño ocurrirá siempre o casi siempre, es lo más probable, si existe exposición.

Se ha realizado una separación de los riesgos atendiendo a cada una de las diferentes fases de trabajo –muchas son comunes a todas las variantes técnicas analizadas- y reuniendo

todos los métodos de fundición artística evaluados en el trabajo, lo cual facilita una mejor comprensión de los datos:

EVALUACIÓN DEL RIESGO	SEVERIDAD		EXPOSICIÓN		PROBABILIDAD	
	ALTA	3	ALTA	3	ALTA	3
	MEDIA	2	MEDIA	2	MEDIA	2
	BAJA	1	BAJA	1	BAJA	1

Tabla 88.

NIVEL DE RIESGO (S x E x P)	LEVE	1-2
	BAJA PELIGROSIDAD	2-8
	PELIGROSO	8-12
	ALTAMENTE PELIGROSO	12-18
	MUY CRÍTICO	27

Tabla 89.

REALIZACIÓN DEL MODELO Y ÁRBOL DE COLADA				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
MODELO OBTENIDO MEDIANTE EL TRABAJO DIRECTO EN CERA.				
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles al trabajar con cera.	1	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por el contacto directo con la cera caliente.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras por contacto directo con llamas procedentes de hornillos, mecheros,...	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	2	1	1	LEVE
Mareos, náuseas, afecciones cutáneas... debido inhalación de gases por combustión de la cera.	1	2	1	LEVE
Inhalación de gases por combustión de colofonia -emisiones cancerígenas-	3	1	1	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas, afecciones cutáneas... por la fabricación de cera de fundición.	1	2	1	LEVE
Fuegos provocados por la combustión de la cera	2	1	1	LEVE
Explosiones de gas debido al uso de hornillos de gas,...	3	1	1	LEVE
MODELO OBTENIDO MEDIANTE TÉCNICAS DE MOLDEO				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO

Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas... por el empleo de resinas de poliéster, disolventes, etc.	2	2	2	PELIGROSO
Quemaduras provocadas por diferentes productos resinas de poliéster, disolventes, tixotrópicos...	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Manipulación de sustancias peligrosas como el gel de sílice...	3	2	2	PELIGROSO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	2	1	1	LEVE
Cortes, irritaciones cutáneas, problemas pulmonares... por materiales como la fibra de vidrio, ...	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
MODELO ELABORADO EN MATERIALES GASIFICABLES				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles de trabajo: espátulas, palillos de metal...	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por diferentes útiles de trabajo: resistencias eléctricas.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de los gasificables.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases provenientes de los adhesivos utilizados.	2	1	1	LEVE
Cortes, pinchazos,... en el manejo de herramientas manuales y útiles para fijación de materiales.	1	1	1	LEVE
Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas,... manejo de disolventes y otros productos químicos.	2	1	1	LEVE

Tabla 90.

REALIZACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
MOLDEO CON CASCARILLA CERÁMICA				
Inhalación de polvo de moloquita, alúmina, grafito...	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	1	1	1	LEVE
Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica o fibra de vidrio.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones cutáneas por contacto directo con materiales como alcohol, <i>papilla</i> cerámica,...	1	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones, molestias,... por salpicaduras de materiales como cáscara cerámica, sílice coloidal	1	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO CON CHAMOTA, PICÓN, ARENA, CEMENTOS U OTROS MATERIALES REFRACTARIOS SIMILARES.				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Lesiones, amputaciones,... al utilizar la picadora.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de polvo de ladrillo.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Accidente eléctrico, contusiones, lesiones... por el manejo de maquinaria para batir la <i>chamota</i> .	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO A LA ARENA				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la preparación de los moldes de arena.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases tóxicos emitidos por las resinas en la preparación del molde químico autofraguante.	2	2	2	PELIGROSO
Intoxicación cutánea por la manipulación de resinas y otros productos químicos propios del molde químico.	2	1	2	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 91.

CERADO/ COCCIÓN/ SITERIZADO DEL MOLDE REFRACTARIO				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
DESCERADO POR CHOQUE TÉRMICO				
Quemaduras debido a la manipulación de los moldes cerámicos tras el descerado y sinterizado.	3	3	2	PELIGROSO
Inhalación de partículas de polvo o sílice durante la preparación de los moldes cerámicos.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con superficies calientes en el descerado por choque térmico.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras producidas por el contacto con cera caliente durante el proceso de descere.	2	2	1	LEVE
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de la cera.	1	2	2	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	1	1	1	LEVE
Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica...	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Igniciones producidas durante el proceso de descere y sinterización de los moldes cerámicos.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas durante el proceso de descerado y sinterización de los moldes cerámicos.	2	2	3	PELIGROSO
Exposición a ruidos.	2	2	1	LEVE
Explosiones durante el proceso de descerado y sinterización de los moldes cerámicos	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
DESCERADO MEDIANTE MUFLA U OTROS HORNO SIMILARES				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> .	2	1	2	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica, fibra de vidrio o ladrillos refractarios.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación de los cilindros de	2	1	2	BAJA PELIGROSIDAD

<i>chamota</i> tras la cocción.				
Explosiones.	3	2	1	PELIGROSO

Tabla 92.

FUSIÓN DEL METAL Y COLADA				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL EXENTO				
Inhalación de partículas durante la preparación de moldes en el foso de arena.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal fundido.	2	2	2	PELIGROSO
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de la fusión de metales.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	2	2	1	LEVE
Explosiones	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL INCORPORADO				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal fundido.	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de la fusión de metales.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD

Exposición a ruidos.	2	2	1	LEVE
Explosiones	3	2	1	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 93.

ELIMINACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
MOLDES DE CÁSCARA CERÁMICA				
Inhalación de polvo de Moloquita/Alúmina	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	1	1	1	LEVE
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal caliente	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Proyección de partículas en el manejo de herramientas mecánicas.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	3	2	2	PELIGROSO
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	1	1	2	LEVE
Exposición a ruidos.	2	2	1	LEVE
MOLDEO CON CHAMOTA, PICÓN, ARENA, CEMENTOS U OTROS MATERIALES REFRACTARIOS SIMILARES.				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> .	2	1	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> tras la colada.	2	1	2	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la extracción de moldes del foso de arena.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas de <i>chamota</i>	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	3	2	2	PELIGROSO

Quemaduras al contacto con metal caliente	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Proyección de partículas en el manejo de herramientas mecánicas.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes o contusiones debido al manejo de herramientas mecánicas.	3	2	2	PELIGROSO
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	1	1	2	LEVE
Exposición a ruidos.	2	2	1	LEVE
MOLDES DE ARENA				
RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD	NIVEL RIESGO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	1	1	1	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación del molde de arena tras la colada.	2	1	2	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	2	2	1	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas de molde	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	3	2	2	PELIGROSO
Quemaduras por contacto con metal caliente	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Proyección de partículas en el manejo de herramientas mecánicas.	2	2	2	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes o contusiones debido al manejo de herramientas mecánicas.	3	2	2	PELIGROSO
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	1	1	2	LEVE
Exposición a ruidos.	2	2	1	LEVE

Tabla 94.

REALIZACIÓN DE MODELO Y ÁRBOL DE COLADA		
MODELO OBTENIDO MEDIANTE EL TRABAJO DIRECTO EN CERA.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles al trabajar con cera.	Poner al fuego únicamente la parte de la herramienta con la que vamos a trabajar, no dejar los útiles demasiado tiempo en el fuego, tener presente en todo momento la posición de cada mano (especialmente al soldar).	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por el contacto directo con la cera caliente.	Mantener las manos húmedas, estar pendiente de la cera que está al fuego (no dejar que hierva...), tener presente en todo momento la posición de cada mano (especialmente al soldar).	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto directo con llamas procedentes de hornillos, mecheros,...	Estar pendiente en todo momento de los hornillos en uso.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Mareos, náuseas, afecciones cutáneas... debido inhalación de gases por combustión de la cera.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	LEVE
Inhalación de gases por combustión de colofonia - emisiones cancerígenas-	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Fuegos provocados por la combustión de la cera	Estar pendiente de la cera que está al fuego (no dejar que hierva...), no poner al fuego útiles muy cargados de cera, tener a mano trapos húmedos.	LEVE
Explosiones de gas debido al uso de hornillos de gas,...	Revisión previa de los equipos a utilizar (bombonas...), estar pendiente en todo momento de los hornillos en uso (especialmente cuando se está calentando cera), cerciorar tras su uso que las llaves están cerradas, reemplazar equipos en mal estado	LEVE
MODELO OBTENIDO MEDIANTE TÉCNICAS DE MOLDEO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas, problemas pulmonares... por el empleo de resinas de poliéster, disolventes, etc.	Ventilación; extracción localizada; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	PELIGROSO
Quemaduras provocadas por diferentes productos resinas de poliéster, disolventes, tixotrópicos...	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Problemas pulmonares, irritaciones cutáneas... derivados de la manipulación de	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	PELIGROSO

sustancias peligrosas como el gel de sílice...		
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Cortes, irritaciones cutáneas, problemas pulmonares... por materiales como la fibra de vidrio, ...	Ventilación; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
MODELO ELABORADO EN MATERIALES GASIFICABLES		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles de trabajo: espátulas, palillos de metal...	Poner al fuego únicamente la parte de la herramienta con la que vamos a trabajar, no dejar los útiles demasiado tiempo en el fuego, tener presente en todo momento la posición de cada mano.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por diferentes útiles de trabajo: resistencias eléctricas.	Tener presente en todo momento la posición de cada mano, desconectar el equipo una vez utilizado.	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de los gasificables.	Ventilación; extracción localizada; protección visual / facial y de vías respiratorias; mantener una distancia prudencial entre las vías respiratorias y el trabajo que realizamos.	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases provenientes de los adhesivos utilizados.	Ventilación; extracción localizada; protección visual / facial y de vías respiratorias; mantener una distancia prudencial entre las vías respiratorias y el trabajo que realizamos.	LEVE
Cortes, pinchazos,... en el manejo de herramientas manuales y útiles para fijación de materiales.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas,... por la manipulación de disolventes y otros productos químicos.	Ventilación; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	LEVE

Tabla 95.

REALIZACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO		
MOLDEO CON CASCARILLA CERÁMICA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de polvo de moloquita, alúmina, grafito ...	Protección de vías respiratorias, manipular los productos de manera ordenada, mantener una distancia prudencial entre el producto y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de sílice originada por derrames accidentales en la aplicación de baños.	Limpiar en húmedo los derrames (no esperar a que seque)	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes y calzado de protección, ropa adecuada.	LEVE

Inhalación, irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica o fibra de vidrio.	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados, mantener una distancia prudencial entre el material y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Salpicaduras, irritaciones cutáneas,... por contacto directo con materiales como alcohol, <i>papilla</i> cerámica, sílice coloidal ...	Guantes y gafas o pantalla de protección, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO CON CHAMOTA, PICÓN, ARENA, CEMENTOS U OTROS MATERIALES REFRACTARIOS SIMILARES.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones, amputaciones,... al utilizar la picadora.	No introducir el brazo en la picadora (utilizar un palo o similar para acercar los ladrillos), guantes y pantalla de protección, faja, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de polvo de ladrillo.	Ventilación, extracción localizada, protección de vías respiratorias, humedecer los ladrillos antes de picarlos, manipular el polvo de manera ordenada.	BAJA PELIGROSIDAD
Accidente eléctrico, contusiones, lesiones... por el manejo de maquinaria para batir la <i>chamota</i> .	Guantes y calzado de protección, faja, ropa apropiada, no permitir que el agua llegue a la corriente eléctrica.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de materiales y moldes.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO A LA ARENA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la preparación de los moldes de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección de vías respiratorias, manipular los productos de manera ordenada, mantener una distancia prudencial entre los productos y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases tóxicos emitidos por las resinas en preparación del moldeo químico autofraguante.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria, mantener una distancia prudencial entre los productos y nuestras vías respiratorias.	PELIGROSO
Intoxicación cutánea por la manipulación de resinas y otros productos químicos propios del moldeo químico.	Guantes y gafas o pantalla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 96.

DESCERADO/ COCCIÓN/ SITERIZADO DEL MOLDE REFRACTARIO
DESCERADO POR CHOQUE TÉRMICO

RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras debido a la manipulación de los moldes cerámicos tras el descerado y sinterizado.	Esperar a que enfíen para manipularlos. Guantes, ropa y calzado de protección.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con superficies calientes en el descerado por choque térmico.	Guantes, ropa y calzado de protección. Uso de manta cerámica (acompañada de guantes) para manipular el molde caliente.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras producidas por el contacto con cera caliente durante el proceso de descere.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de la cera.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	LEVE
Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica...	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Igniciones producidas durante el proceso de descere y sinterización de los moldes cerámicos.	Establecer un perímetro de seguridad y mantenerlo libre de cosas (en especial, elementos que puedan prender y productos inflamables)	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas durante el descerado y sinterización de los moldes cerámicos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	PELIGROSO
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones durante el proceso de descerado y sinterización de los moldes cerámicos	Revisión previa de los equipos a utilizar (bombonas...), seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD
DESCERADO MEDIANTE MUFLA U OTROS HORNOS SIMILARES		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> .	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica o fibra de vidrio.	Guantes de protección, mantener una distancia prudencial con dichos materiales.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> tras la cocción.	Guantes de protección, ropa adecuada.	BAJA PELIGROSIDAD
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	PELIGROSO

Tabla 97.

FUSIÓN DEL METAL Y COLADA		
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL EXENTO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de partículas durante la preparación de moldes en el foso de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria, procurar no levantar mucho polvo.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	Guantes, ropa y calzado de protección, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal fundido.	Guantes, ropa y calzado de protección. Precaución en la manipulación del crisol y en la colada.	PELIGROSO
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada, tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada. Tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de la fusión de metales.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL INCORPORADO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	Guantes, ropa y calzado de protección, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal fundido.	Guantes, ropa y calzado de protección. Precaución en la manipulación del crisol y en la colada.	BAJA PELIGROSIDAD
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	Precaución en la manipulación de la pieza durante la colada, tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada. Tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de	Mantener una distancia de seguridad	BAJA

la fusión de metales.	durante el proceso.	PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 98.

ELIMINACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO		
MOLDES DE CÁSCARA CERÁMICA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de polvo de moloquita/alúmina	Ventilación, protección respiratoria, mantener una distancia prudencial entre la pieza y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	LEVE
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Proyección de partículas en el manejo de herramientas mecánicas.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	LEVE
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE
MOLDEO CON CHAMOTA, PICÓN, ARENA, CEMENTOS U OTROS MATERIALES REFRACTARIOS SIMILARES.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> .	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la	Guantes de protección, ropa adecuada, dejar	BAJA PELIGROSIDAD

manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> tras la colada.	enfriar los cilindros.	
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la extracción de moldes del foso de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria, procurar no levantar mucho polvo.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas de <i>chamota</i>	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE
MOLDES DE ARENA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados.	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación del molde de arena tras la colada.	Guantes de protección, ropa adecuada, dejar enfriar el molde.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados, faja.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas del molde	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD

Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE

Tabla 99.

5.3.2.1.1. Utilización de los Equipos de Protección Individual.

Se denomina Equipo de Protección Individual (EPI) a aquellos accesorios o complementos, que siendo llevados o sujetado por el trabajador, protegen de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud.

No debemos olvidar que los equipos de protección individual son la última barrera entre el riesgo y la persona.

En el trabajo en el taller, las protecciones personales adquieren una relevancia especial, ya que muchas operaciones son de corta duración pero con sustancias y maquinaria de alto riesgo, por lo que el uso intensivo de protecciones personales suele ser muy recomendable.

La necesidad de utilizar un tipo determinado de protección personal, dependerá en su mayor medida de la actividad que estemos realizando y los diferentes focos de riesgo que dicha actividad tenga en el que la realiza: vía oral, vía cutánea, vía respiratoria, vía parenteral...

Para llevar a cabo su función, es decir, impedir una lesión o un daño al usuario, los EPI deben cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Estar homologados.
- ✓ Ser adecuados al riesgo.
- ✓ No causar molestias.
- ✓ Que su manejo sea sencillo e individual, así como disponer de la adecuada información sobre su utilización.

PROTECCIÓN VISUAL Y FACIAL EN EL TALLER DE ESCULTURA			
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y UTILIDAD		
GAFAS DE MONTURA "UNIVERSAL"	Oculares o lente en policarbonato	Baños, liberación y repaso de la pieza, pátina, trabajos con silicona y resina (moldes, positivos/ reproducciones...)	IMPRESINDIBLE
GAFAS DE MONTURA "INTEGRAL"	Lente en policarbonato o acetato	Baños, liberación y repaso de la pieza, pátina, trabajos con silicona y resina (moldes, positivos/ reproducciones...)	
PANTALLAS DE PROTECCIÓN FACIAL	Visor de policarbonato o acetato	Liberación y repaso de la pieza, pátina	OPCIONAL
PANTALLAS PARA SOLDADURA (De mano, de cabeza, acoplables...)		Posibles repasos y reparaciones de piezas, montaje, fabricación de	IMPRESINDIBLE (Para trabajos con soldadura)

		herramientas...	
PANTALLAS DE PROTECCIÓN CONTRA FUENTES DE CALOR INTENSO O ESTRÉS TÉRMICO	Conjunto de casco, adaptador y visor tritherm	Descere, fusión-colada	NECESARIO

Tabla 100.

PROTECCIÓN AUDITIVA EN EL TALLER DE ESCULTURA			
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y UTILIDAD		
PROTECTORES AUDITIVOS TIPO DESECHABLES O REUTILIZABLES	Bandas auditivas o tapones desechables o reutilizables (22 a 37 dB)	Liberación y repaso de la pieza, pátina	NECESARIO
PROTECTORES AUDITIVOS TIPO AURICULARES, CON ARNÉS DE CABEZA, BAJO LA BARBILLA O LA NUCA ...	25 a 36 dB	Liberación y repaso de la pieza, pátina	
Hasta 29 dB aprox. filtran los ruidos nocivos pero dejan pasar la voz.			

Tabla 101.

PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS EN EL TALLER DE ESCULTURA			
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y UTILIDAD		
EQUIPOS FILTRANTES DE PARTÍCULAS (Molestas, nocivas, tóxicas...)	Mascarillas desechables FFP1, FFP2, FFP3	Trabajo con ceras, liberación y repaso de la pieza, manipulación de manta cerámica, elaboración de moldes...	NECESARIO
EQUIPOS FILTRANTES FRENTE A GASES Y VAPORES	Mascarillas con cuerpo de media máscara o máscara integral con filtros recambiables - Filtro marrón-	Elaboración de moldes con madre de resina, Pátinas con ácidos,...	NECESARIO
EQUIPOS AISLANTES DE AIRE LIBRE			INNECESARIO
EQUIPOS AISLANTES CON SUMINISTROS DE AIRE			INNECESARIO
EQUIPOS RESPIRATORIOS CON CASCO O PANTALLA PARA SOLDADURA		Posibles repastos y reparaciones de la pieza, montaje, fabricación de herramientas...	OPCIONAL
FFP 1: Para usos con polvo nocivo hasta 4 veces el TLV. Para la escayola, el grafito, alúmina, caolín (moloquita)... FFP 2: Para usos con polvo, nieblas y humos de media toxicidad hasta 12 veces el TLV. Para colofonia, talco, cobre, estaño... FFP 3: Protección contra polvo, nieblas y humos tóxicos hasta 50 veces el TLV.			

T.L.V.: Nivel de exposición ocupacional, es la concentración máxima de una sustancia contenida en el aire, en un promedio de 40 horas, a la cual un trabajador podría estar sometido día tras día sin riesgo para su salud.

A MARRÓN Gases y vapores orgánicos con buenas propiedades de aviso y con un punto de ebullición superior a 65°C.

B GRIS Gases y vapores inorgánicos con buenas propiedades de aviso.

E AMARILLO Anhídrido sulfuroso. Gases ácidos con buenas propiedades de aviso.

K Vapores de amoníaco.

AX MARRÓN Gases y vapores orgánicos con puntos de ebullición inferiores a 65 °C y buenas propiedades de aviso.

Hg ROJO BLANCO Vapores de mercurio.

NO AZUL BLANCO Gases nitrosos.

Tabla 102.

ROPA Y TRAJES DE PROTECCIÓN EN EL TALLER DE ESCULTURA			
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y UTILIDAD		
MANDILES DE PROTECCIÓN CONTRA LOS RAYOS X			INNECESARIO
FAJAS	Faja lumbar	Carga y manipulación de objetos pesados o semipesados (campana de descere, horno, moldes...)	OPCIONAL
ROPAS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS AGRESIONES MECÁNICAS	Mandil y manguitos, chaqueta de serraje	Liberación y repaso de la pieza	NECESARIO
ROPA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS AGRESIONES QUÍMICAS			INNECESARIO
ROPA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS PROYECCIONES DE METALES EN FUSIÓN Y LAS RADIACIONES INFRARROJAS		Durante proceso de fusión de metales...	NECESARIO
ROPA DE PROTECCIÓN CONTRA FUENTES DE CALOR INTENSO O ESTRÉS TÉRMICO	Prendas de materiales ignífugos (chaqueta) o de serraje (mandil y manguitos o chaqueta)	Descere, fusión, colada...	IMPRESCINDIBLE
	Pantalones de materiales ignífugos o de serraje		NECESARIO
ROPA ANTIGAS			INNECESARIO

Tabla 103.

PROTECCIÓN DE MANOS Y BRAZOS EN EL TALLER DE ESCULTURA

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y UTILIDAD		
GUANTES CONTRA AGRESIONES MECÁNICAS Y PARA TRABAJOS CON HERRAMIENTAS MANUALES.	Americanos (de flor o de serraje) o de cuero flor	Trocear de la cera, preparación de chamota, elaboración y eliminación de moldes, repaso de la pieza...	IMPRESINDIBLE
GUANTES CONTRA LAS AGRESIONES QUÍMICAS.	Sintéticos desechables de látex, vinilo o nitrilo	Baños, pátinas, trabajos con silicona y resina (moldes, positivos/reproducciones...)...	NECESARIO
	Sintéticos de neopreno, PVC o nitrilo	Moldeo químico, pátinas con ácidos	NECESARIO
GUANTES CONTRA LAS AGRESIONES DE ORIGEN TÉRMICO.	Guantes de soldador de serraje; guantes de serraje ignífugo, de material ignífugo, de tejido aluminizado con fibra aramida...	Procesos de descere, fusión, colada,...	NECESARIO
MANOPLAS	En tejido Kermel rizado con refuerzo de Kevlar en pulgar material ignífugo o en fibra mineral capaz de sustituir al amianto) con refuerzo en palma...	Procesos de descere, fusión, colada,...	OPCIONAL
MANGUITOS Y MANGAS	De serraje	Procesos de descere, fusión, colada,...	NECESARIO

Tabla 104.

PROTECCIÓN PIES Y PIERNAS EN EL TALLER DE ESCULTURA			
EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y UTILIDAD		
CALZADO DE SEGURIDAD	Puntera 200J metálica y no metálica	Descere, fusión-colada, liberación y repaso de la pieza,...	NECESARIO
CALZADO DE PROTECCIÓN	Puntera 100J	Descere, fusión-colada, liberación y repaso de la pieza,...	
CALZADO DE TRABAJO	Sin puntera	Descere, fusión-colada, liberación y repaso de la pieza,...	
CALZADO Y CUBRECALZADO DE ALTA RESISTENCIA TÉRMICA	Zapatos o botas de seguridad con suelas de nitrilo o caucho nitrilo	Descere, fusión, colada...	
CALZADO FRENTE A LA ELECTRICIDAD			INNECESARIO
CALCETINES	Ignífugos	Descere, fusión, colada...	OPCIONAL
POLAINAS	De serraje	Descere, fusión, colada...	OPCIONAL
RODILLERAS			INNECESARIO
A. Calzado antiestático. E. Absorción de energía en el talón. WRU. Resistencia a la absorción de agua.			

P. Resistencia a la perforación.
C. Calzado conductor.
HI. Aislamiento del calor.
CI. Aislamiento del frío.
H RO. Suela resistente al calor.
ORO. Suela resistente a los hidrocarburos.

Tabla 105.

CAPITULO VI

6. EN BASE A DOS MODELOS CONCRETOS DE ESTUDIO.

A continuación se aplican los contenidos analizados en la tesis a dos espacios concretos de taller. Estos dos modelos edificación resultan ser casi antitéticos y plantean condicionantes diferentes ante el objetivo de integrar en ellos la fundición artística. Esto nos fuerza a generar un protocolo de trabajo singularizado a cada espacio de taller haciendo visibles los parámetros de evaluación existentes.

NOTA:



Con esta señalización indicamos que los medios, equipos, procedimientos y de más factores que han sido adquiridos, usados, practicados, etc... en el *Taller Modelo de Estudio* pertinente.

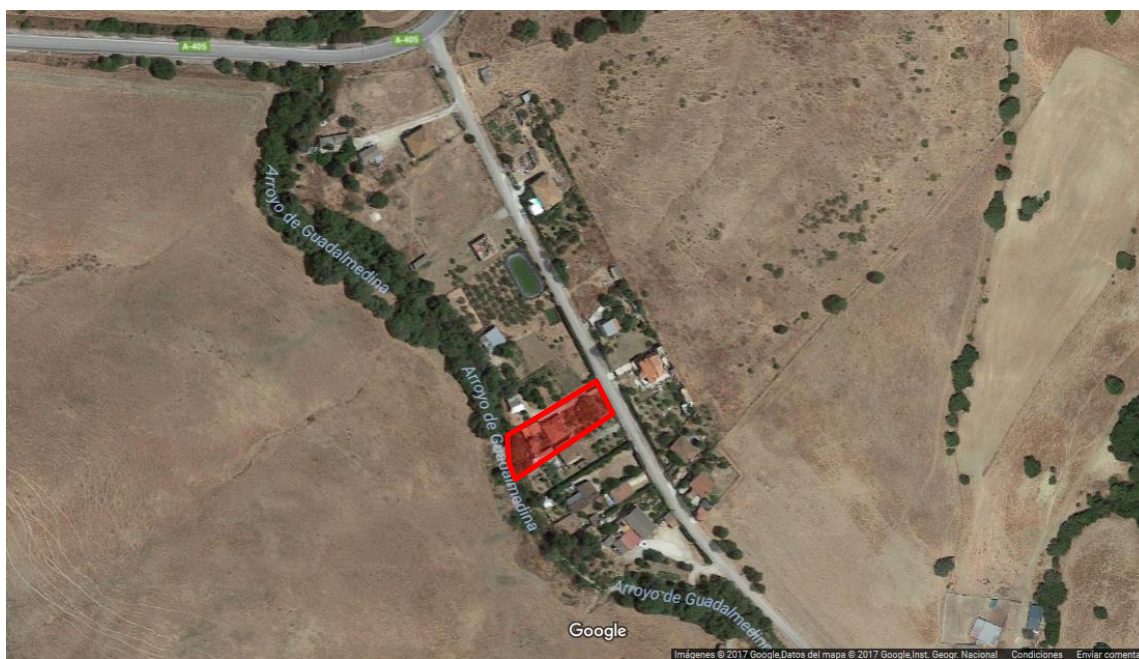


Con esta puntualización pretendemos señalar que los medios, equipos, acciones y de más factores que se indican no han sido, aún, adquiridos, utilizados, puestos en práctica, etc... aunque son viables y pueden llevarse a cabo en un futuro no muy lejano.

6.1. Taller Modelo de Estudio I. Vivienda unifamiliar exenta en el campo.

6.1.1. Localización.

✓ Barriada Gibrálmedina. Localidad: Gaucín. Provincia: Málaga (España).

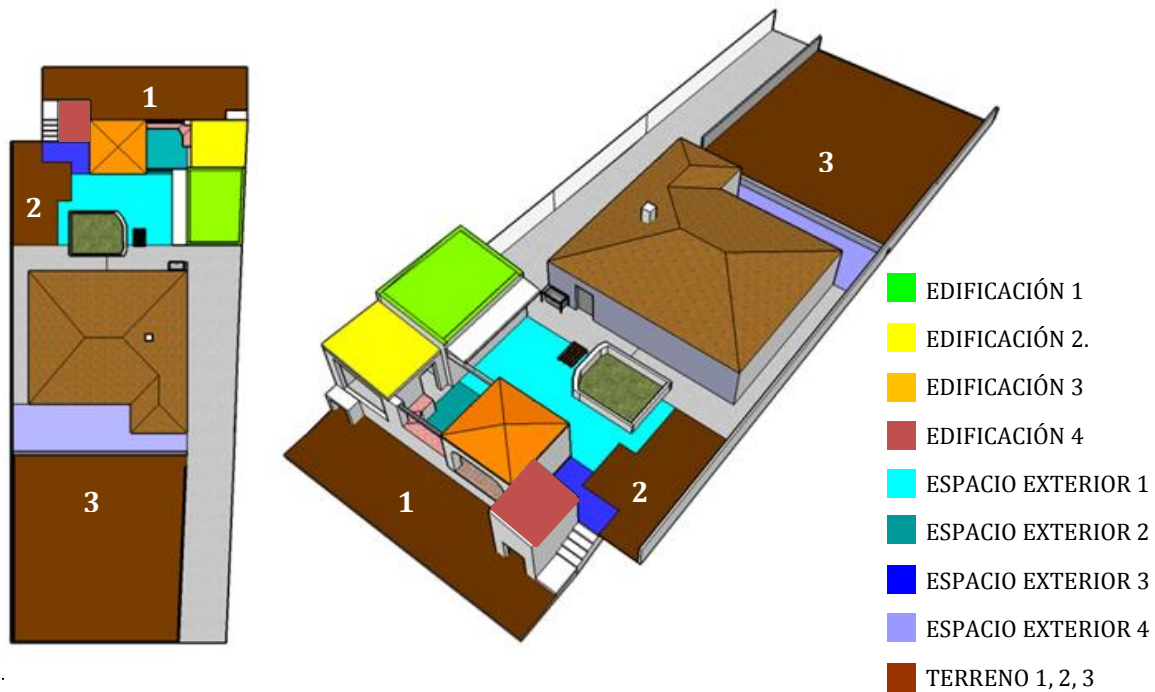


133. Vista de Google Maps. En rojo se ha resaltado la barriada Gibrálmedina por ser donde se localiza el taller Modelo de Estudio I.

6.1.2. Tipo de edificación.

- ✓ Vivienda unifamiliar aislada con edificaciones auxiliares.

6.1.2.1. Espacios y edificaciones auxiliares significante para el proyecto.



6.1.3. Zonas de trabajo, u almacenamiento, establecidas en cada edificación o espacio útil.

Edificación 1:

- Espacio Polivalente para Escultura.
- Taller de Ceras I.
- Taller de Moldes.

Edificación 2:

- ✓ Opción A. Almacén para los equipos de trabajo y el combustible.
- Opción B. Taller de Microfusión con Cáscara Cerámica y Crisol Incorporado.

Edificación 3:

- ✓ Espacio Polivalente.
- ✓ Taller de Ceras II.

Edificación 4:

- ✓ Almacén de Materiales.

Espacio exterior 1:

- ✓ Espacio Polivalente.
- ✓ Zona Temporal de Fundición.

Espacio exterior 2:

- ✓ Espacio Polivalente.
- ✓ Zona de Descere Temporal por Choque Térmico.
- ✓ Zona de Fundición temporal con crisol fusible.

Espacio exterior 3:

- Zona Temporal de Descerado y Cocción de Moldes de Olla, Picadizo, Chamota...

Espacio exterior 4:

- Zona Temporal de fundición.

6.1.4. Formato de las piezas a fundir.

- ✓ Formato mediano. Hasta 45 cm en su lado mayor.



134. Ejemplo de una de las piezas de pequeño-medio formato fundida por el autor. Técnica: Fundición cera perdida. Crisol Fusible. Material: Bronce. Medidas: 27,5cm (altura) x 19,3cm (anchura) x 12,5cm (profundidad).

6.1.5. Técnicas de fundición artística.

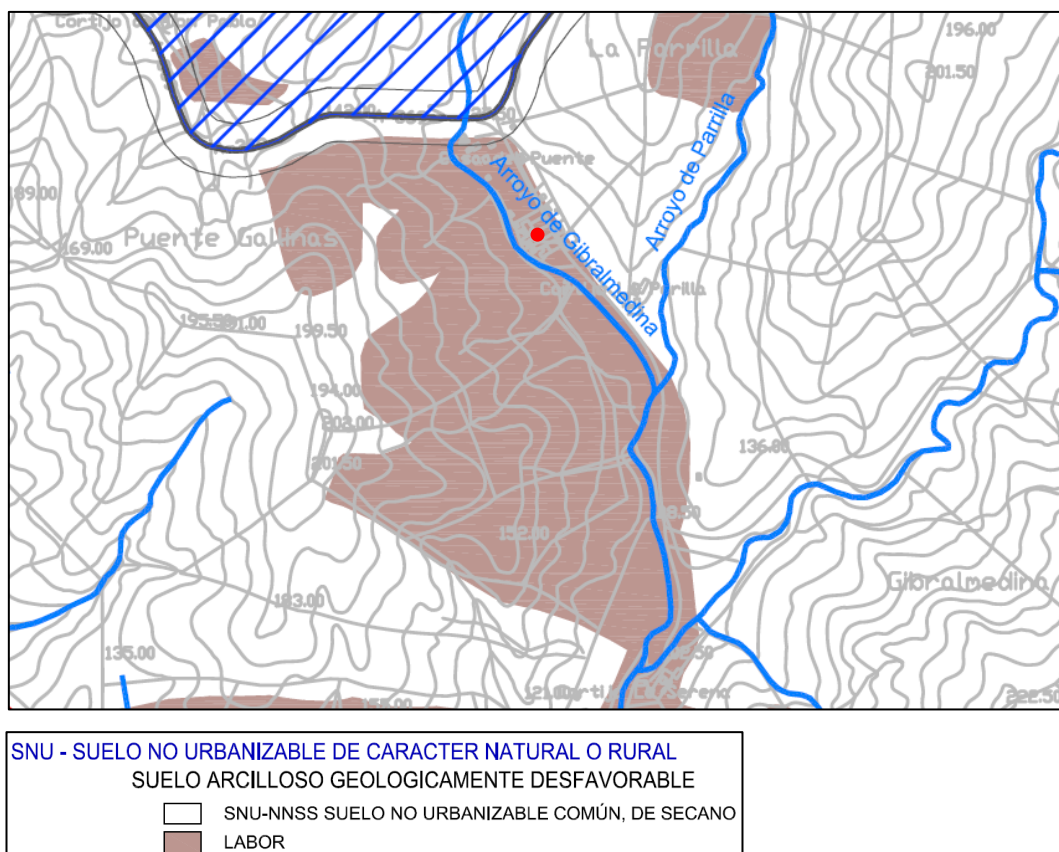
6.1.5.1. *Fundición a la cera perdida.*

- Molde de picadizo o de olla.
- Molde mixto de picadizo y cáscara cerámica.
- ✓ Microfusión con Cáscara Cerámica y Crisol Incorporado.
- ✓ Técnica directa con Cáscara Cerámica.
- Crisol Fusible.

- ✓ Fundición Arcaica o Primitiva.

Observaciones:

Con respecto a la fundición artística primitiva, creemos que ha de incluirse entre las opciones viables en esta edificación por las ventajas geográficas del terreno en el que se localiza nuestro primer taller modelo de estudio:



135. Fragmento de uno de los planos sobre planificación del suelo no urbanizable incluido en el PGOU del ayuntamiento de Gaucín, Málaga.¹⁷⁹

6.1.5.2. Fundición a la arena.

- ✓ Arena en Verde.
- Arena Química.

¹⁷⁹ MEDINA ARRABAL, Manuel Jesús. *PGOU Gaucín. Adaptación a la LOUA de las NNSS Ayuntamiento de Gaucín. Ordenación Adaptación Clase Categoría de SNU en el Término Municipal Fusión Normas Existentes.*

6.1.6. Fuentes de energía con las que se puede contar.

- ✓ Combustibles Sólidos.
- Combustibles líquidos.
- ✓ Gas Butano/Propano.
- ✓ Electricidad.

6.1.7. Los modelos de fundición.

6.1.7.1. *Modelos de fundición a la cera perdida.*

- ✓ Modelado directo en cera mientras esta mantiene un estado maleable.
- ✓ Construcción por placas de cera. Uso de moldes de escayola y silicona para conseguir placas y otros elementos de cera -texturadas o no- que amplíen las posibilidades plásticas en la construcción del modelo. Estos moldes pueden ser útiles para hacerse con una buena reserva de texturas para usarlas cuando nos convenga o directamente conservar las formas ya existentes de objetos del entorno que nos sea útil en nuestro trabajo escultórico.
- ✓ Modelo original positivado en cera mediante vaciado.

6.1.7.1.1. *Tipo de cera para la preparación de modelos.*

- ✓ Mezcla preparada por el escultor, con la combinación de tres ingredientes básicos: Cera Virgen, Parafina y Colofonia.

6.1.7.1.2. *Modelos para fundición a la arena.*

- Modelo rígido.
- ✓ Modelo gasificables.

6.1.8. Equipamiento durante la realización de modelos de fundición.

6.1.8.1. *Durante la fases de trabajo con ceras.*

6.1.8.1.1. *Preparación de la mezcla.*

- ✓ Hornillos Eléctricos.
- ✓ Hornillos a Gas.

Observaciones:

Recordemos que si bien la cera virgen y la parafina, debido a su bajo punto de fusión se pueden mezclar bien con un hornillo eléctrico de baja potencia (100-200°C) derretir la colofonia requiere de más tiempo. En el taller solemos trabajar con ambos equipos, pues mientras las ceras se mezclan en un cazo u olla sobre el hornillo eléctrico la colofonia se funde en el de gas hasta que consigamos la fluidez deseada y entonces la mezclamos con las ceras.



136. 137. 138. Izquierda: hornillo eléctrico. Centro: Hornillo de camping-gas. Derecha: soldador de estaño.

6.1.8.1.2. Realización del modelo en cera.

- ✓ Hornillos Eléctricos
- ✓ Hornillos a Gas

Observaciones:

Ambos son útiles para calentar las herramientas con las que trabajar la cera. También suelen ser necesarias dos fuentes de calor; una para calentar las herramientas y otra para calentar en un cazo la mezcla de cera necesaria.

6.1.8.2. Durante el trabajo con modelos gasificables.

- ✓ Hornillos Eléctricos.
- ✓ Hornillos a Gas.
- ✓ Soldador de estaño / o pirograbador.
- ✓ Hilo de micrón -corte térmico-.

Observaciones:

Ambos son útiles para calentar las herramientas con las que trabajar este tipo de materiales. Añadimos el soldador de estaño como una herramienta eléctrica usada en la preparación de modelos gasificables, aunque también en el trabajo con ceras.

6.1.9. Equipamiento para el descerado de los moldes refractarios.

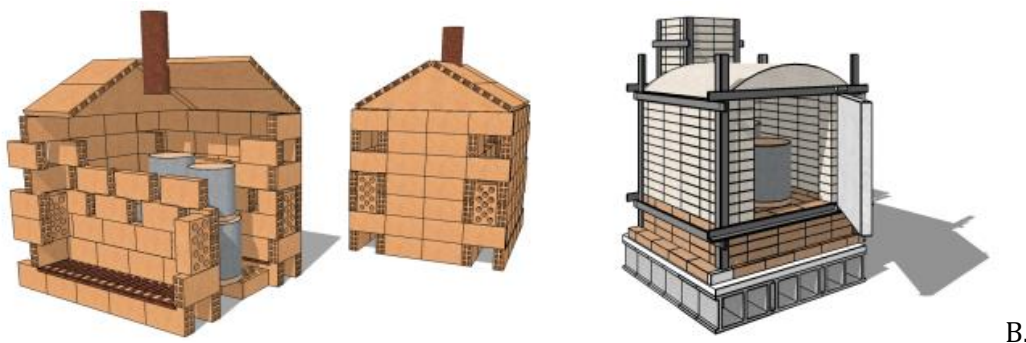
6.1.9.1. *Horno de cocción para el descerado de moldes de olla, chamota, picadizo, mixtos,...*

Como se trata de una edificación con espacios al exterior donde poder construir un horno de obra para el descerado y cocción de moldes de picadizo, pensamos en tres opciones viables:

- ✓ A. Fabricación de un Horno-Mufla de ladrillo refractario fijo en un espacio concreto de la parcela, a ser posible bajo techo.
- B. Recurrir a un Horno-Mufla montable y desmontable, que se adapte al número y tamaño de moldes que se deseen someter a esta actividad.
- C. Adquisición de un horno de cocción cerámica comercial.

Observaciones:

El espacio seleccionado para estos hornos de obra entre dos paredes que hacen esquina es relevante. Estos muros pueden servir de apoyo constructivo en el caso de que se opte por la fabricación de una mufla tipo. En cualquier caso se trata de un sitio bien resguardado ante las posibles corrientes de viento que solo afectarían a dos de sus laterales. Si se opta por la opción B, de horno permanente, y se decide añadir al rincón una cubierta que proteja el equipo estas edificaciones existentes pueden facilitar la labor.



139. Dos hornos de cocción de fabricación propia uno de carácter temporal basado en el diseño de Pedro Sanz Labajos (A) y otro de naturaleza más permanente basado en los diseños de Ian Gregory (B).

6.1.9.1.1. Quemadores.

- A. Quemador de gasoil con turbina de aire o compresor para la ventilación forzada, fabricado por los escultores.
- ✓ B. Dos sopletes para trabajos de tela asfáltica –Bocacha Grande- adquiridos en los comercios de Bricolaje y Construcción

Observaciones:

Si bien la opción A es rentable por su alto poder calorífico y su bajo costo en combustible, actualmente recurrimos a la opción B con gas propano, con la ventaja de que estos equipos no requieren de aire forzado y por tanto de una fuente de una fuente de energía adicional y de un equipo anexo como es el ventilador.



140. Situación del horno fabricado temporalmente con ladrillos refractarios.



141. Horno de ladrillo refractario construido por el escultor y con carácter permanente, con vagoneta. En esta recreación digital podemos ver la localización elegida para este tipo de equipos de trabajo, se trata del *Espacio Exterior 3* –resguardado entre dos paredes–.

6.1.9.2. Horno para el descerado y sinterizado de moldes de cáscara cerámica.

- ✓ Campana de descere por choque térmico.

Observaciones:

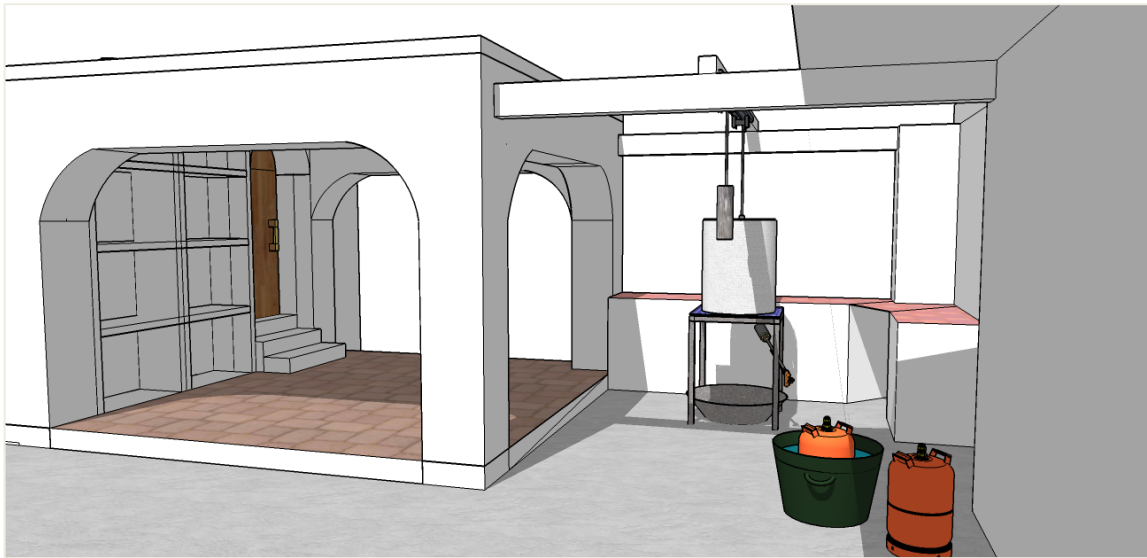
Recordemos que el choque térmico es el sistema más común de descerado para moldes de cáscara cerámica y su eficacia está bien constatada.

En algunos puntos de la parcela y entre las edificaciones anexas a la vivienda principal encontramos varios espacios al exterior donde poder descerar por choque térmico: *Espacio Exterior 1*, *Espacio Exterior 2*, *Espacio Exterior 3* y *Espacio Exterior 4*.

Elegimos el *Espacio Exterior 2*, entre la *Edificación 2* y la *Edificación 3*.

La zona, sin techar, cuenta con dos vigas de hormigón que unen el merendero con las edificaciones colindantes. Esta estructura vienen muy bien para disponer la grúa o sistema de polea añadiendo una viga más perpendicular a las dos ya existentes –puede incluirse un polipasto si se estima oportuno–.

La campana sólo necesita contar con una mesa o parrilla donde colocar los moldes para su descerado y un recipiente para recoger la cera, tratándose de una estructura sencilla y fácil de montar y desmontar cuanto sea preciso.



142. Reconstrucción digital del lugar en el que se situaría el horno-campana elevable con el que descerar por choque térmico los moldes de cáscaras cerámicas, en el *Espacio Exterior 2*.

6.1.9.2.1. Quemador.

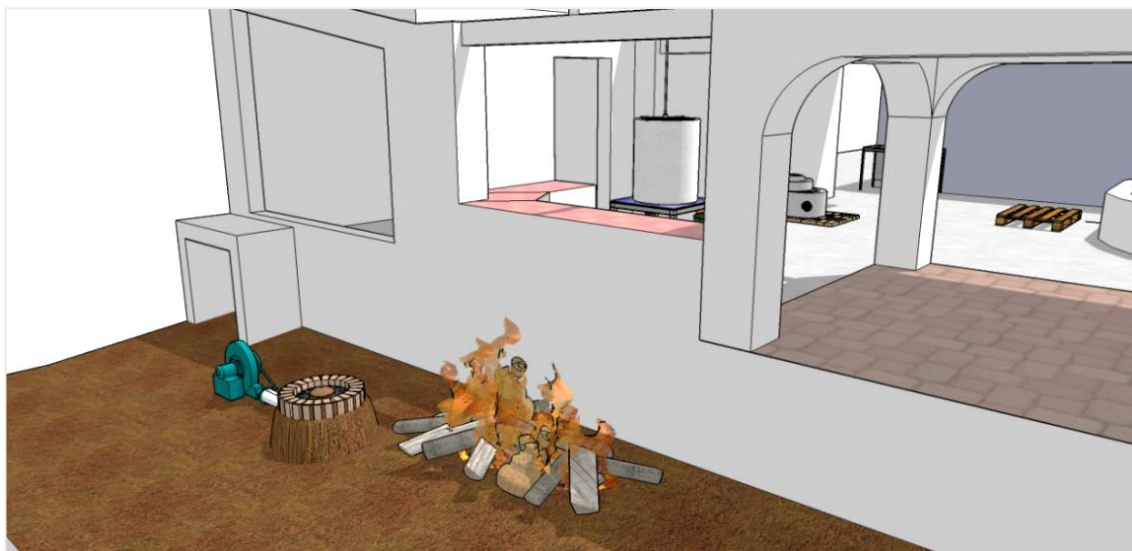
- ✓ Uno-Dos sopletes para trabajos de tela asfáltica –Bocacha Grande- adquiridos en los comercios de *Bricolaje y Construcción*.

6.1.9.3. Hornos para el descerado y cocción de moldes cerámicos primitivos.

- A. Hoguera.
- B. Horno de rebervero realizado en el terreno.
- C. Fabricación de un Horno-Mufla de ladrillo refractario fijo en un espacio concreto de la parcela, a ser posible bajo techo.
- D. Recurrir a un Horno-Mufla montable y desmontable, que se adapte al número y tamaño de moldes que se deseen someter a esta actividad.
- E. Adquisición de un horno de cocción cerámica comercial.

Observaciones:

La parcela en la que se encuentran las edificaciones dedicadas a taller dispone de tres espacios de terreno en crudo, es decir sin pavimentar: *Terrenos 1, 2 y 3*. En ellos se puede realizar cocciones a la manera primitiva, con hornos de reverbero contruidos directamente en la tierra y alimentados con leña o carbón o bien colocar los moldes directamente en una hoguera dispuesta sobre el terreno.



143. Recreación digital del espacio *Terreno 1* donde se podría llevar a cabo la fundición artística arcaica con moldes de arcilla descerados en hogueras de leña.

6.1.9.3.1. *Quemador.*

- Ventilador para potenciar el poder calorífico de la combustión con aire forzado.

Observaciones:

Como dijimos, este tipo de moldes serán descerados por medio de una hoguera, la cual no requiere de un quemador propiamente dicho, más bien de un complemento mecánico a la combustión conseguida con este tipo de combustibles sólidos –carbón o leña–.

6.1.10. Equipos para la fusión y colada del metal.

6.1.10.1. *Moldes de olla y fundición a la arena.*

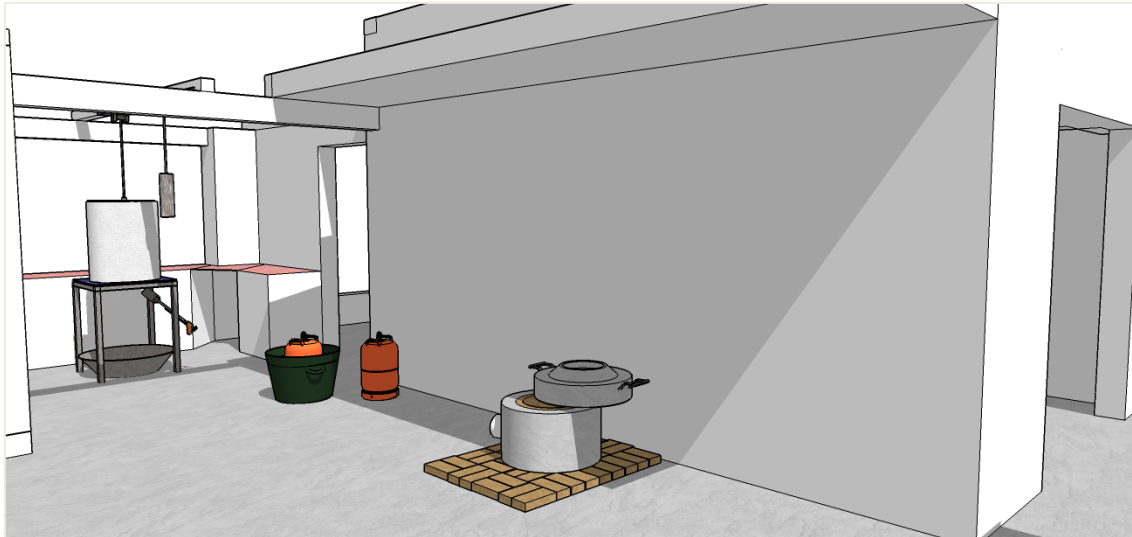
6.1.10.1.1. *Hornos.*

- ✓ Horno de crisol exento, fabricado por los escultores con cemento refractario, arlita y manta cerámica.

Observaciones:

Como se trata de una edificación con suficiente espacio al exterior donde poder situar un horno fusión e incluso dejarlo en una estancia de forma casi permanente, pensamos que la opción más viable es la de fabricar un horno de cemento y arcilla, ambos de naturaleza refractaria, de tres piezas: tapadera, cámara principal, y base. Si bien en estos momentos contamos con un horno de cemento refractario con arlita y su interior de manta cerámica,

el objetivo es eliminar la manta y sustituirla por placas cerámicas preparadas expresamente para el horno con barro chamotado de alta.



144. En esta simulación digital vemos el horno situado en el *Espacio Exterior 1*.. Concretamente el horno de fusión se colocó junto a la pared de la *Edificación 1* que cuenta con un pequeño voladizo a modo de velador.

6.1.10.1.2. Quemador.

- ✓ Soplete para trabajos de tela asfáltica –Bocacha Grande- adquiridos en los comercios de Bricolaje y Construcción.

6.1.10.1.3. ¿El Arca de colada o foso?

- ✓ Arca .

Observaciones:

El pavimento de la Edificación 1 es de cemento armado, por lo cual se descarta la habilitación de un foso para enterrar los moldes.

Se ha optado por fabricar un espacio cerrado, montable-desmontable y versátil donde colocar los moldes de olla y así poder enterrarlos convenientemente en arena.

Se trata básicamente de una estructura planteada con perfiles de metal encargada de dar sostén a cuatro paredes resueltas con placas de cemento refractarias. Estas placas son fabricadas por el escultor con mortero refractario, arlita, fibra de vidrio y fibras vegetales. Estas últimas fibras dará porosidad a la argamasa y a su vez contribuye a disminuir el peso del arca.

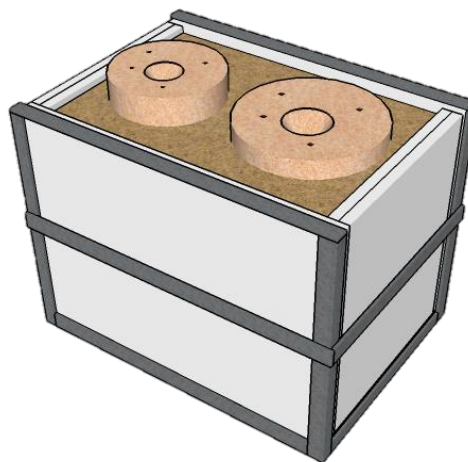
¿Por qué este tipo de placas? Su objetivo es servir también como paredes refractarias para servir de contenedor a los moldes de cáscara cerámica que deben ser calentados. Lo apropiado es que las placas tengan dos caras una más porosa y otra más compacta o maciza, es más puede incluirse unas planchas de metal cuando el arca tenga que llenarse de arena.

La cubierta del arca puede se resuelve con estas placas. La solera es de ladrillo refractario, aunque también se puede plantear del mismo material que las paredes.

Las dimensiones de este mueble refractario para colar moldes en frío y en caliente son:

De interior: 60cm. ancho x 88cm. Largo x 70cm. Alto.

De Exterior: 74cm. Ancho x 102cm. Largo x 76cm. Alto.



145. Arca con dos moldes de chamota enterrados en arena y preparados para la colada.

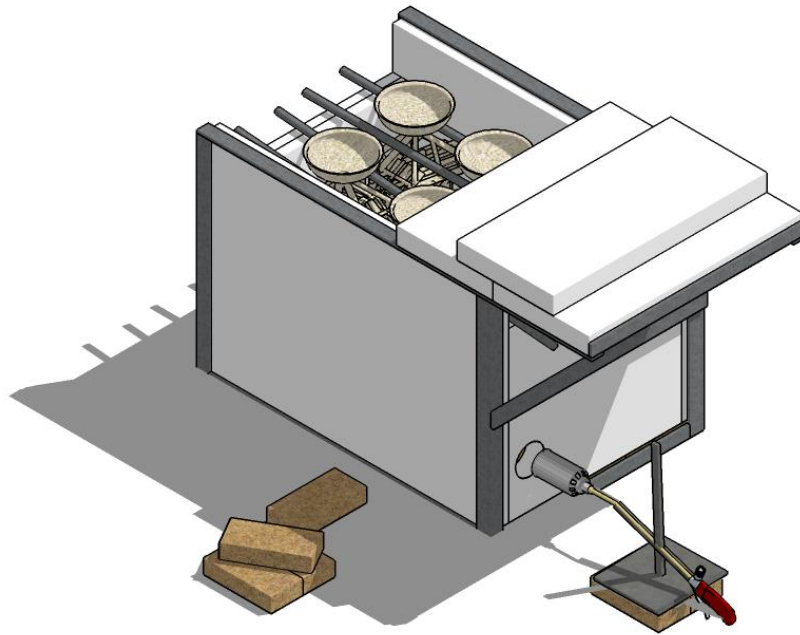
6.1.10.2. Cáscara cerámica.

6.1.10.2.1. Horno para crisol exento.

- ✓ Horno fabricado por los escultores con cemento refractario, arlita y manta cerámica –o arcilla refractaria-.

Observaciones:

Se trata del mismo equipo que en la técnica anteriormente citada con algunas modificaciones, como por ejemplo el arca de colada que en este caso ha de hacer las funciones de mufla para mantener las conchas calientes antes de la colada.



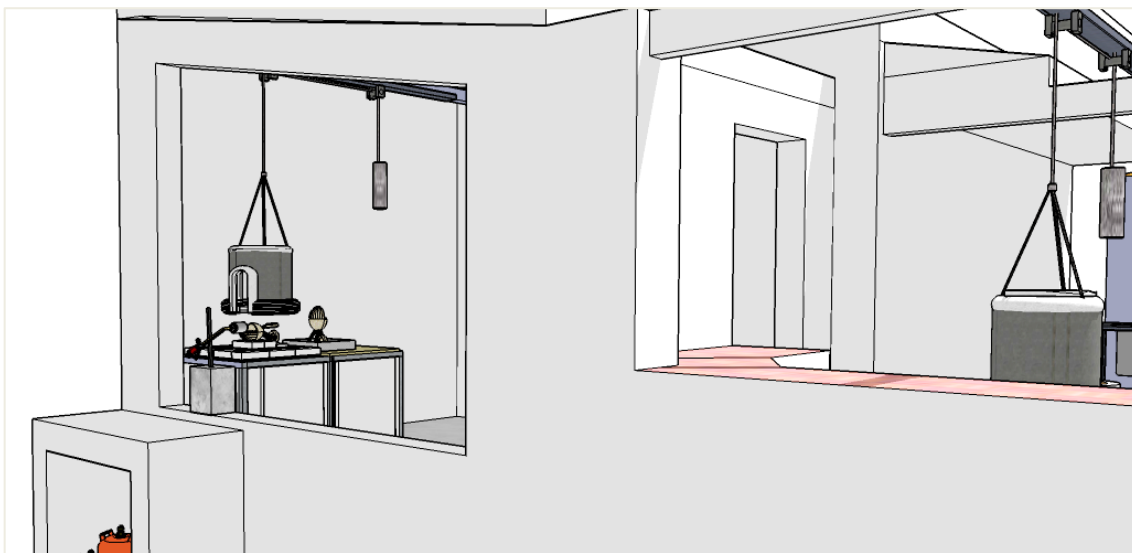
146. Arca para calentar los moldes cerámicos antes de la colada.

6.1.10.2.2. Horno para microfusión con crisol incorporado.

- ✓ A. Horno fabricado por los escultores con cemento refractario, arlita y manta cerámica –o arcilla refractaria-.
- B. Horno elevable sobre mesa de trabajo, fabricado por los escultores de manta cerámica y chapa metálica.

Observaciones:

Actualmente para la fusión con moldes de microfusión en cáscara cerámica y crisol incorporado se usa el mismo horno de cemento refractario, arlita y manta que se usa para la fusión de metales con crisol exento. Si bien, la opción B se presenta como una posibilidad a instalar en breve en este espacio de trabajo, pues disponemos de espacio suficiente, en concreto un la estancia o habitación pequeña adosada al *garaje* y contigua al *merendero*.



147. En esta recreación digital podemos ver el horno elevable y sobre banco de trabajo para piezas de microfusión con crisol incorporado, situado en la *Edificación 2*.



148. En esta recreación digital vemos el horno para fusible situado en el mismo espacio en el que tiene lugar el descerado por choque térmico. El sistema de poleas puede ser fijo pero la campana y el horno pueden ser enganchados y desenganchados según convenga en cada fase de trabajo.

6.1.10.2.3. *Horno para crisol fusible.*

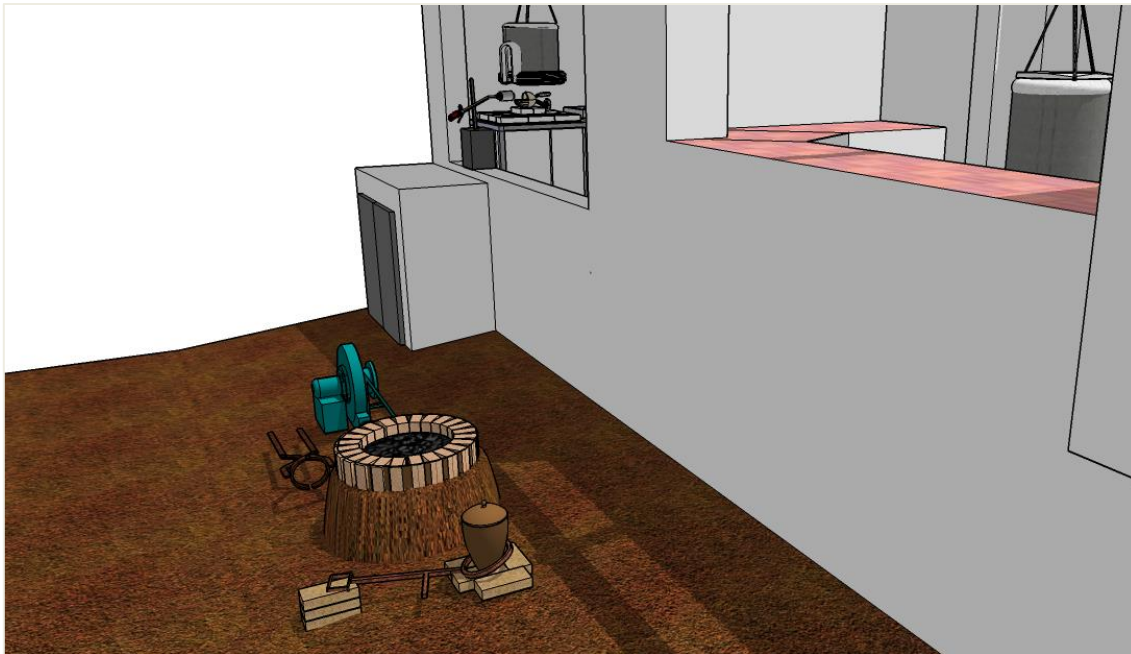
- Horno elevable de manta y chapa metálica –o malla metálica-. Con apertura para el quemador en vertical con el fin de que este se adapte a las piezas a fundir.

6.1.10.2.4. Quemador.

- ✓ A. Soplete de gas propano-butano para trabajos de tela asfáltica –Bocacha Grande- adquirido en los comercios de Bricolaje y Construcción.
- B. Quemador de gasoil fabricado por el escultor con ventilación forzada por medio de un compresor de aire o un ventilador-turbina –ambos equipos eléctricos-

6.1.10.3. Horno para fundición primitiva.

- A. Horno de hoyo. Enterrado o semienterrado.
- B. Horno fabricado por los escultores con cemento refractario, arlita y manta cerámica –o arcilla refractaria-.
- C. Horno elevable de manta y chapa metálica –o malla metálica-.



149. Horno semi-enterrado de ladrillo refractario y arcilla chamotada situado en el Terreno 1.

Observaciones:

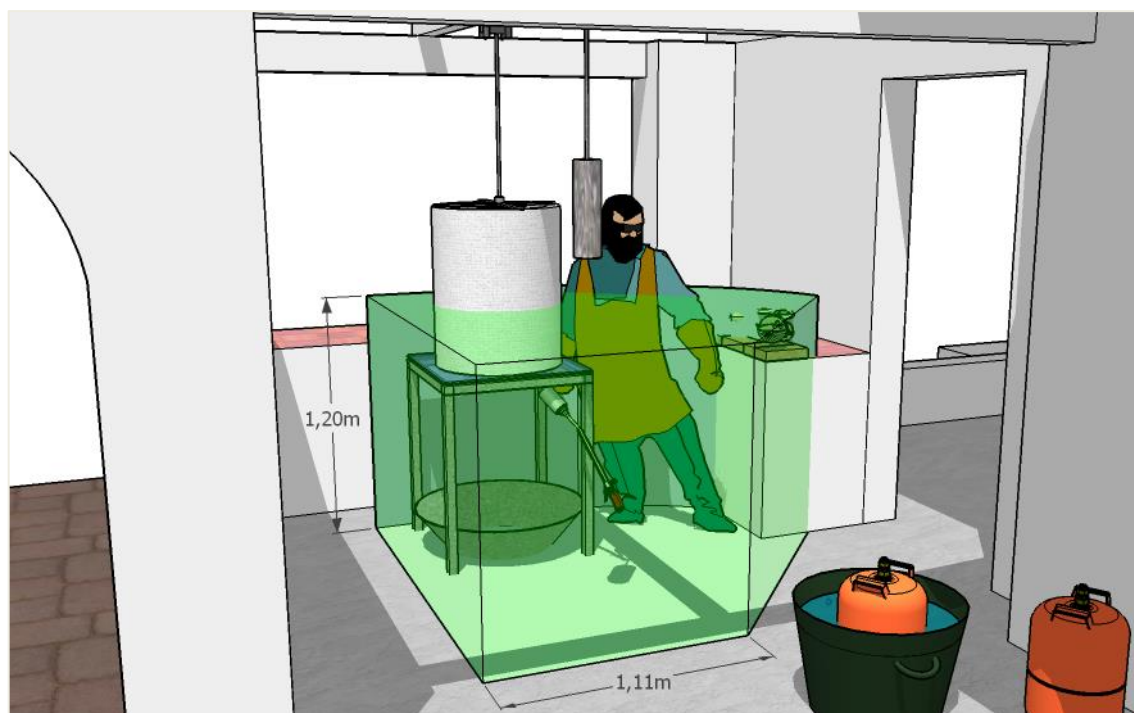
Recordemos que en este tipo de técnica de fundición suele contarse con la fusión del metal y la colada por separado, es decir que se emplea normalmente un crisol exento. En este sentido es viable cualquier horno capaz de conseguir la fusión del metal con el que esté trabajando y esté contenido en un crisol.

Si se trata por ejemplo de la fundición mediante moldes cerámicos primitivos en los que se adhesiona el crisol en al molde, entonces podríamos recurrir también a los hornos utilizados para microfusión con cascara cerámica y crisol incorporado.

6.1.11. Espacio para maniobrar cuando trabajamos con los hornos.

6.1.11.1. *Ante la campana de descerado y sinterizado de moldes de cáscara cerámica por choque térmico.*

- ✓ Espacio entre horno y el dispositivo para elevar el horno del que se disponga – contrapeso en sistema de poleas, mando del polipasto,...-
- ✓ Que el cuerpo del horno se deslice verticalmente con comodidad, sin encontrar obstáculo alguno.
- ✓ Que la parrilla de la mesa de descerado y el depósito del agua para recoger la cera estén separadas entre sí más de un metro.
- ✓ Que se puedan colocar las piezas bajo la campana cómodamente.
- ✓ Que se puedan retirar una vez desceradas y ser colocadas en lugar seguro para que se enfríen apropiadamente.



150. Espacio reservado para maniobrar ante una campana de descere, durante la introducción y extracción de moldes de cáscara cerámica.

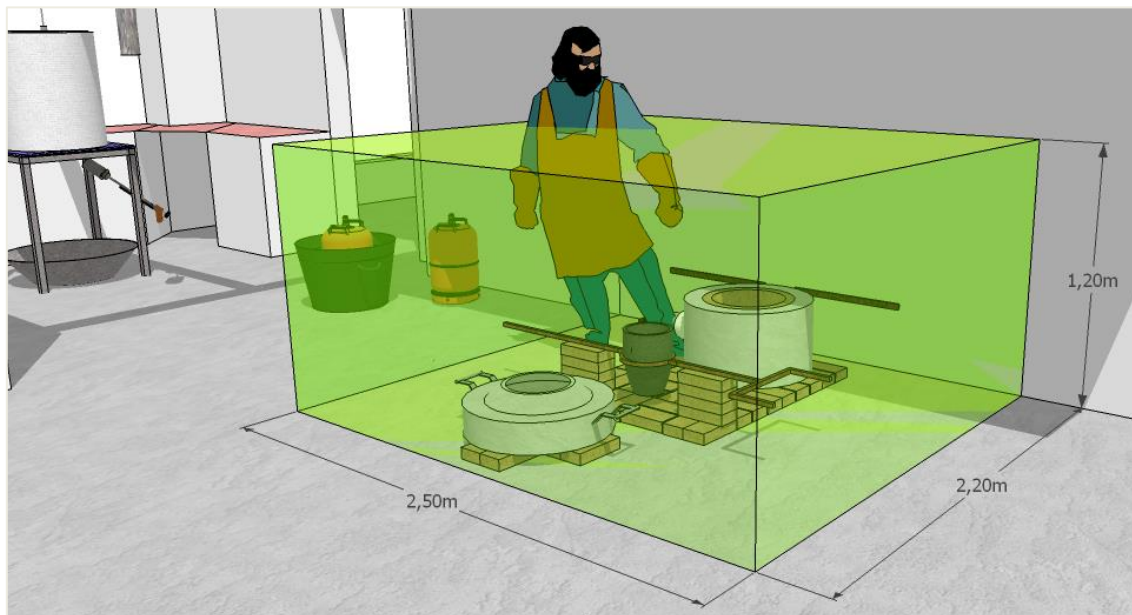
6.1.11.2. *Ante el horno de fusión para crisol exento.*

- ✓ Un buen acceso a la boca del horno.
- ✓ Contar con una superficie de suelo donde depositar la tapa cerca del horno.

- ✓ Frente al horno, entre éste y los moldes, ha de reservarse un espacio para el maneral.
- ✓ Una vez colocado el crisol en el maneral, se ha de soltar las pinzas en un lugar adecuado y cercano para volver a usarlas si es preciso.

Observaciones:

Por supuesto, todo queda supeditado a las dimensiones del equipo y los útiles con los que estemos trabajando.

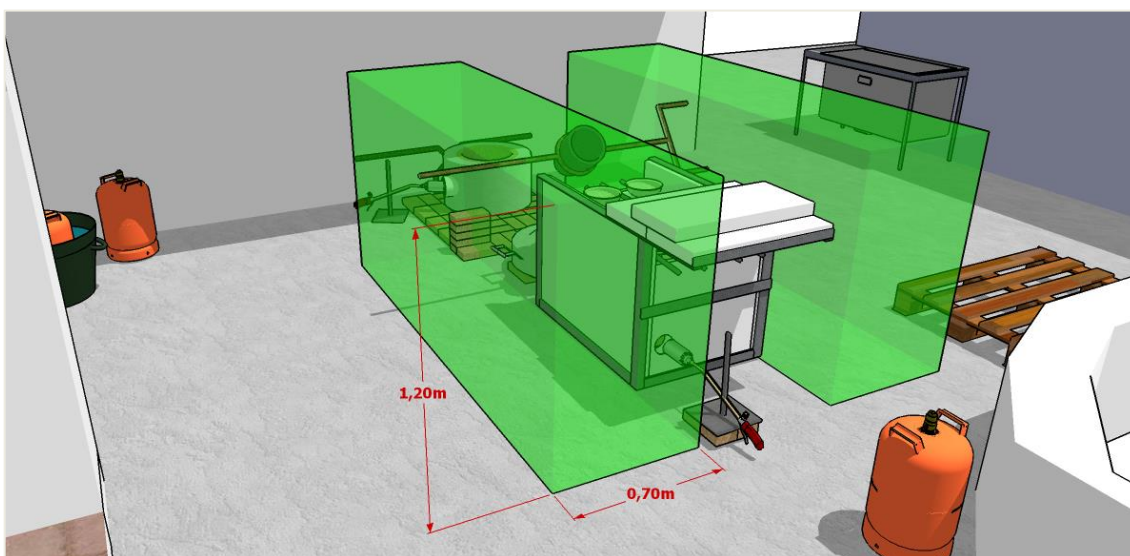


151. Área de trabajo reservada a maniobrar durante la fusión y manejo del crisol con metal fundido. Puede ser más reducida, sin bien el propósito es trabajar cómodamente mientras dispongamos de espacio suficiente.

6.1.11.2.1. *Vertido de metal fundido en moldes de olla, moldes de cáscara en directa y moldes de arena con crisol exento y arca o foso de colada.*

- ✓ Trabajar con moldes y crisol exentos demanda una superficie bastante importante donde colocar los moldes para su llenado. Dependiendo de la altura a la que sean situados estos moldes, y los útiles implicados en la operación, hemos de reservar más o menos espacio para maniobrar.
- ✓ Si se trata de moldes tipo chamota, recordemos, se situarían en un receptáculo con arena -en este caso concreto se introducirán en un arca-.
- ✓ Los moldes de cáscara cerámica también se sitúan en el arca donde son calentados.

- ✓ El arca suele ser o bien cuenta con una tapa o bien se cubre con un trozo de manta cerámica mientras esta alcanza su temperatura. En ambos casos hay que reservar un espacio donde colocar esa cubierta cuando sea el momento de la colada.
- ✓ Igualmente, es necesario reservar una superficie donde colocar los moldes de arena.
- ✓ No solo se trata de contar con una zona en la que situar los moldes sino también contar con espacio suficiente para que el escultor o escultores se muevan cómodamente durante la actividad. Ésta, es tal vez, la superficie a reservar más amplia de todas y la más necesaria.



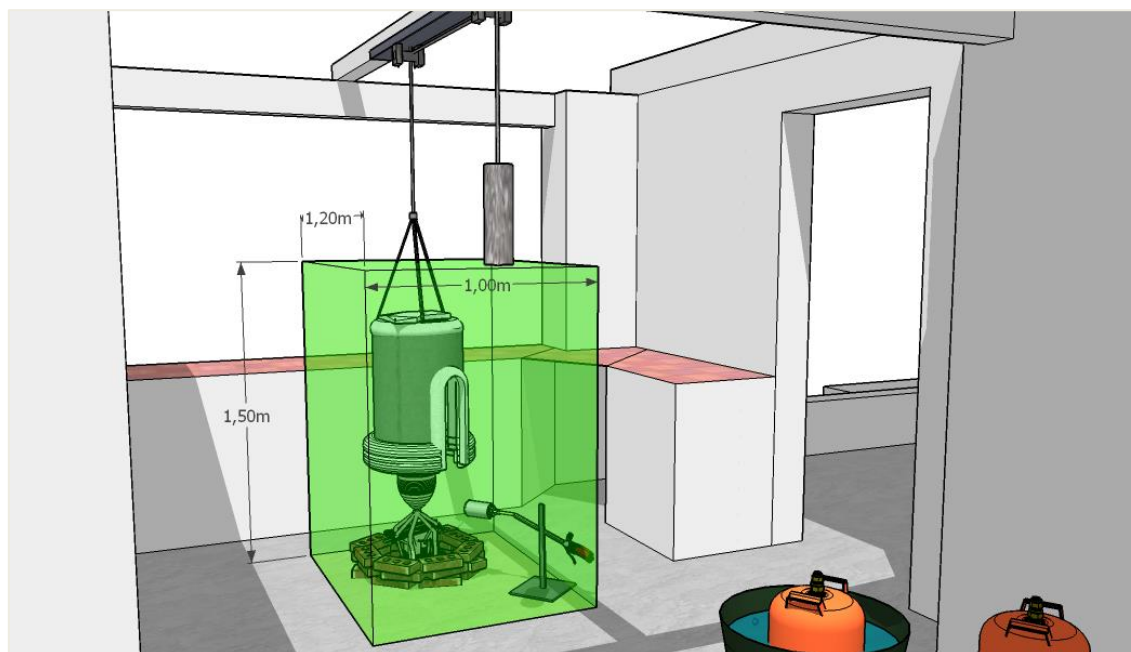
152. Espacios reservados para maniobrar con maneral y crisol, pudiendo verter el metal fundido en los moldes sin dificultades.

6.1.11.3. *Ante un horno elevable de manta cerámica y chapa para crisol fusible.*

- Que el cuerpo del horno se deslice verticalmente con comodidad, sin encontrar obstáculo alguno.
- Espacio entre horno y el dispositivo para elevar el horno del que se disponga – contrapeso en sistema de poleas, mando del polipasto,...-

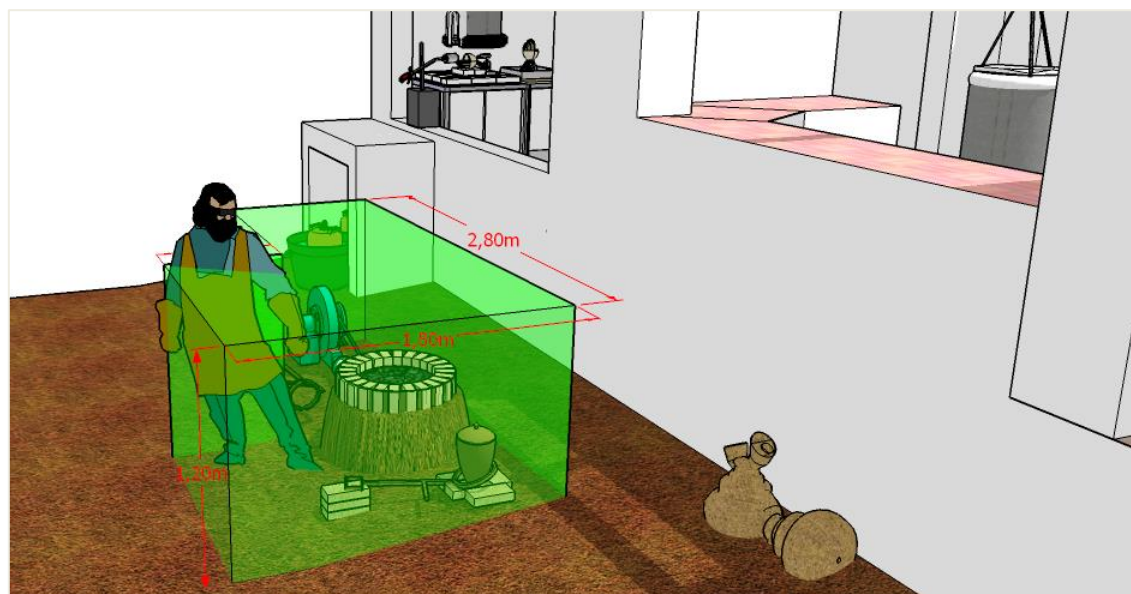
Observaciones:

Recordemos que entre los objetivos por los cuales vio la luz ésta técnica estaba el de optimizar los recursos y facilitar su manejo, que fuese un proceso de calada automático. En este sentido sólo precisa del espacio ocupado por el horno y el quemador.



153. Como vemos en esta imagen, trabajar con moldes de crisol fusible requiere de muy poco espacio de maniobrabilidad durante la fusión y colada.

6.1.11.4. *Ante un horno de hoyo –o sobre suelo- y combustible sólido, con crisol exento.*



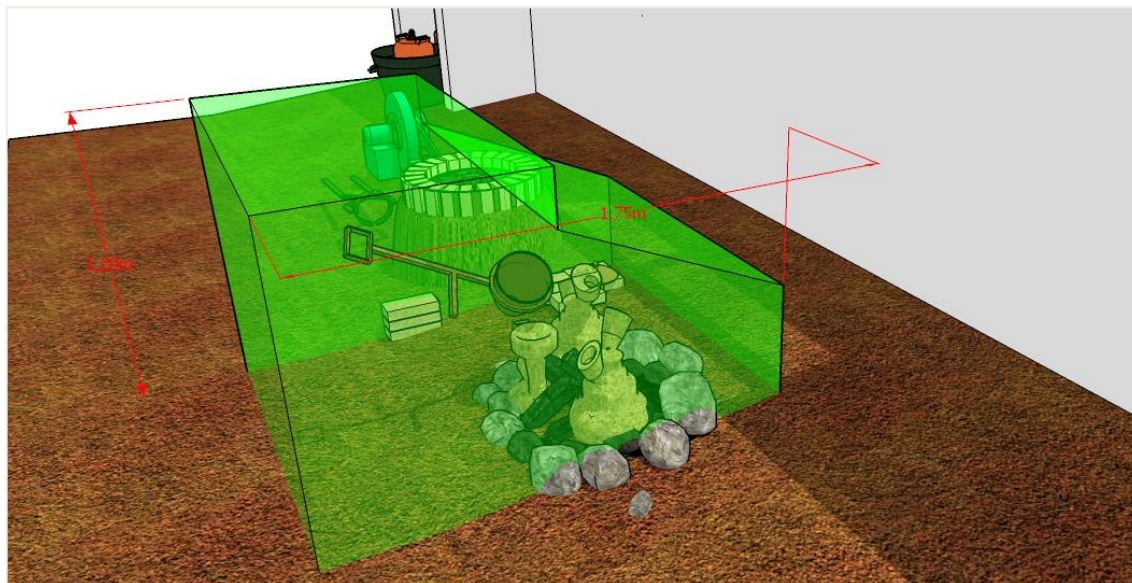
154. Espacio necesario para maniobrar en torno a un horno de hoyo, enterrado o semienterrado, con crisol exento.

- Un buen acceso a la boca del horno.
- Contar con una superficie de suelo donde depositar la tapa cerca del horno.
- Frente al horno, entre éste y los moldes, ha de reservarse un espacio para el maneral.
- Una vez colocado el crisol en el maneral, se ha de soltar las pinzas en un lugar adecuado y cercano para volver a usarlas si es preciso.

6.1.11.4.1. Vertido de metal fundido en moldes de cerámica primitivos, con crisol exento y arca o foso de colada.

Trabajar con moldes y crisol exentos demanda una superficie bastante importante donde colocar los moldes para su llenado. Dependiendo de la altura a la que sean situados estos moldes, y los útiles implicados en la operación, hemos de reservar más o menos espacio para maniobrar.

- Este tipo de moldes se suelen colocar sobre el terreno –depositados en un hoyo-, apoyados unos en otros y en ocasiones para afianzar su estabilidad enterrados en arena o tierra seca.
- No solo se trata de contar con una zona en la que situar los moldes sino también contar con espacio suficiente para que el escultor se mueva cómodamente con el crisol y el maneral durante la actividad. Ésta, es tal vez, la superficie a reservar más amplia de todas y la más necesaria.

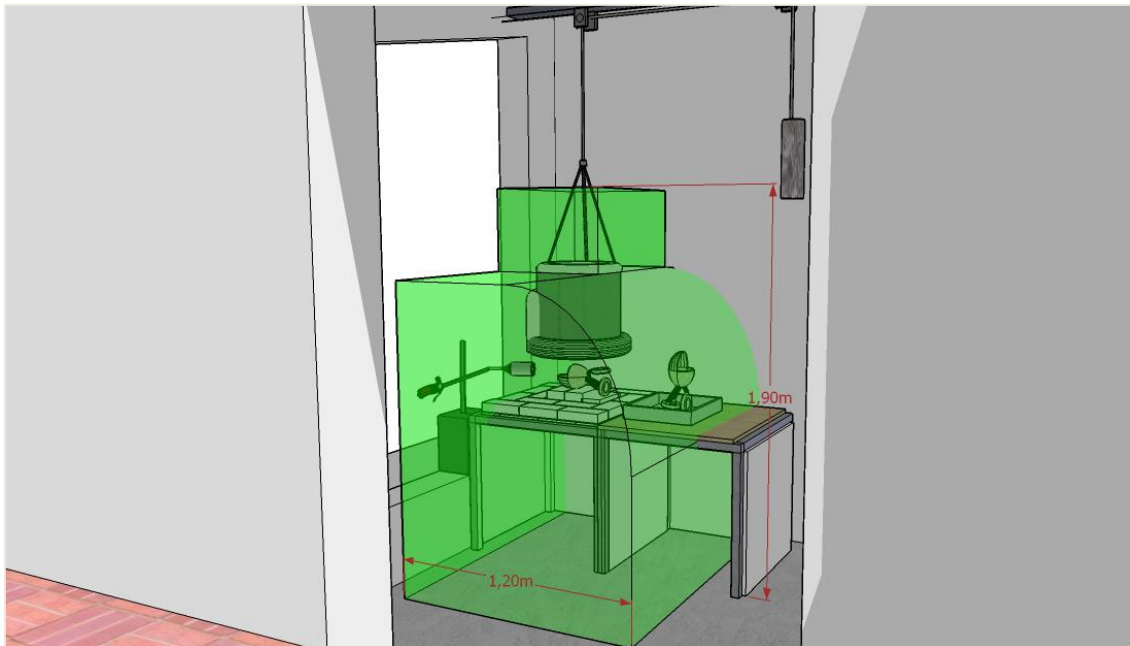


155. Espacio a tener en cuenta para maniobrar cómodamente en el caso de colar moldes cerámicos primitivos.

6.1.11.5. Ante un horno para fundición con microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado.

6.1.11.5.1. Microfusión con horno elevable de manta y chapa metálica sobre mesa de trabajo.

- Espacio ante la mesa para operar con comodidad.
- Un buen acceso a la boca del horno.
- Que se puedan colocar las piezas bajo el horno sin dificultades.
- Espacio entre horno y el dispositivo existente para elevar el horno del que se disponga –contrapeso en sistema de poleas, mando del polipasto,...-
- Que el cuerpo del horno se deslice verticalmente con comodidad, sin encontrar obstáculo alguno.
- Que se puedan retirar cómodamente las piezas una vez fundido el metal, que exista espacio suficiente para voltear las cáscaras y ser colocadas en lugar seguro para que se enfríen apropiadamente.



156. Espacio reservado en la Edificación 2 para maniobrar ante una colada de microfusión con crisol incorporado, teniendo en cuenta el carácter elevable del horno.

6.1.11.5.2. Microfusión con horno de cemento refractario, arlita y manta situado en el suelo.

- ✓ Un buen acceso a la boca del horno.

- ✓ Contar con una superficie de suelo donde depositar la tapa cerca del horno.
- ✓ Que se puedan retirar cómodamente las piezas una vez fundido el metal y ser colocadas en lugar seguro para que se enfríen apropiadamente.
- ✓ Contar con el espacio apropiado para depositar las piezas tras su colada.

6.1.12. Zonas de trabajo y mobiliario relevante durante algunas fases de trabajo en fundición artística.

Hasta el momento la planificación se ha visto protagonizada por los equipos de trabajo más relevantes en la técnica escultórica que nos ocupa, está claro que los hornos de cocción y fusión son piezas clave en su integración en el taller de escultor pero no olvidemos que también lo es contar con zonas de trabajo bien definidas y que cuenten con el mobiliario necesario para llevar a cabo nuestro trabajo.

6.1.12.1. *Edificación 1. espacio polivalente para escultura-taller de ceras I- taller de moldes.*

La estancia estará dividida –no físicamente- en dos espacios de trabajo, un espacio para el trabajo de moldes –de todo tipo: escayolas, siliconas, resinas, etc- y otro espacio reservado al trabajo de ceras y demás materiales plásticos compatibles. En este sentido las mesas de trabajo son las piezas clave de la división de tareas. El espacio central de la estancia se comprende como zona de tránsito y a su vez como espacio polivalente si ha de recurrir a él porque un proyecto escultórico así lo demande.



157. Recreación digital de una vista del interior de la Edificación1.

6.1.12.1.1. *Para el trabajo con ceras.*

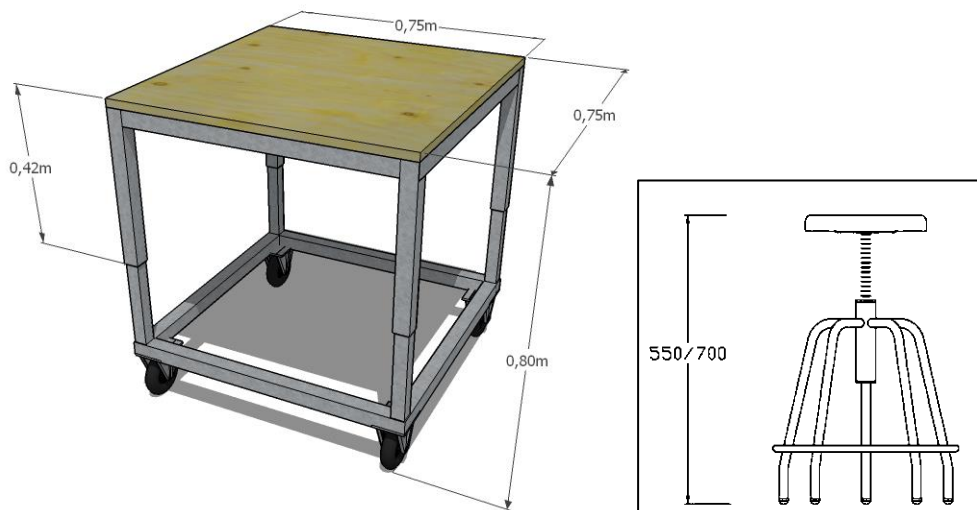
- ✓ 1 Mesa de trabajo estancas.
- ✓ 2 Banquetas de trabajo regulables.
- ✓ 1 Estantería.

6.1.12.1.2. *Para el trabajo con moldes de olla, picadizo, chamota, moldes de arena,...*

- ✓ 1 Mesa fija.
- ✓ 1 Mesa de trabajo regulable en altura y con ruedas.
- ✓ 1 Taburetes regulables.

Observaciones:

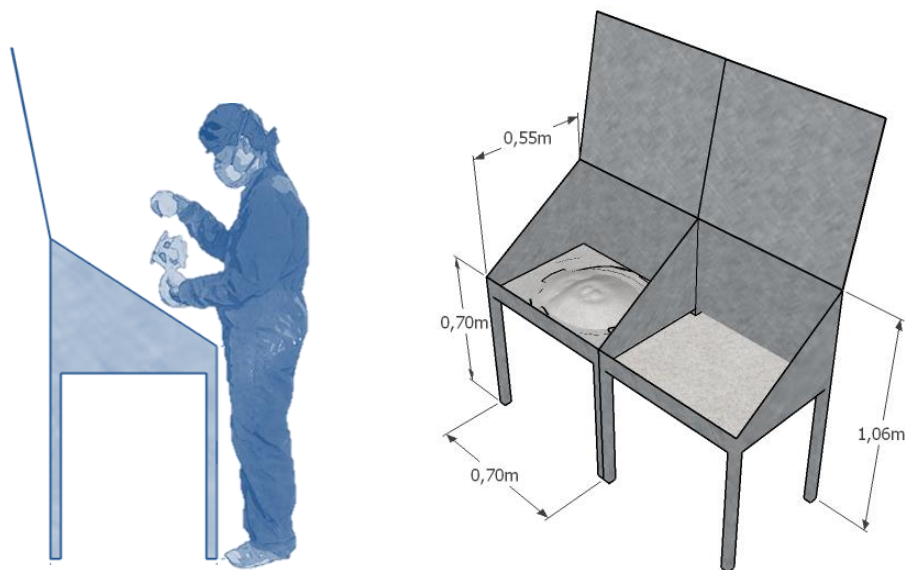
Recordemos que se trata de un espacio compartido entre dos escultores, por tanto es importante disponer de un puesto de trabajo regulable a la ergonomía de cada uno de ellos.



158. 159. Izquierda: Mesa regulable con ruedas. Derecha: Vista diédrica frontal de uno de los taburetes regulables.

6.1.12.1.3. *Para el trabajo con moldes de cáscara cerámica.*

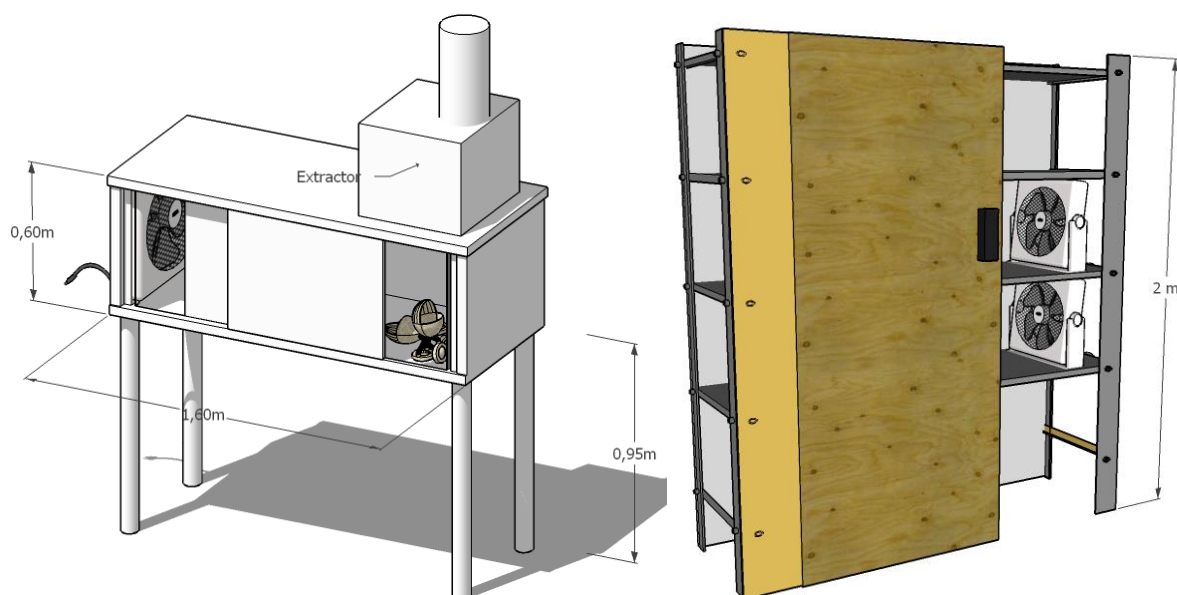
- ✓ 1 Mesas compartimentada para dar los rebozados.
- ✓ 1 Taburete-escalera dos peldaños.
- ✓ 1 Estantería con ventiladores para secar moldes de cáscara.



160. Izquierda: Vista esquemática en perfil de la escultora aplicando una capa de cáscara cerámica a una pieza. Derecha: Recreación digital de la mesa de áridos donde se indican las dimensiones de la mesa para aplicar los áridos y la papilla cerámica.

Para conseguir un secado apropiado de los moldes de cáscara cerámica planteamos para este espacio dos opciones:

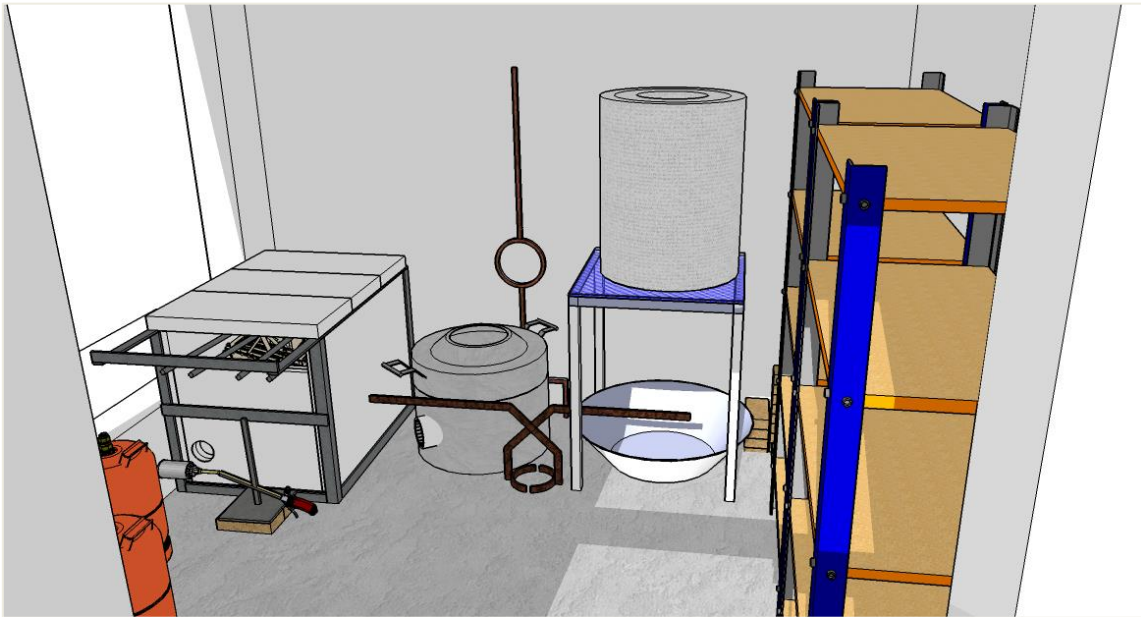
- A. Armario-Túnel de secado.
- ✓ B. Estantería provista de ventiladores.



161. Izquierda: recreación digital del armario de secado. Derecha: recreación digital de una estantería con ventiladores y puertas para adaptarla al secado de moldes de cáscara cerámica.

6.1.12.2. *Edificación 2. opción A. almacén para los equipos de trabajo y el combustible.*

- ✓ 2 Estanterías.



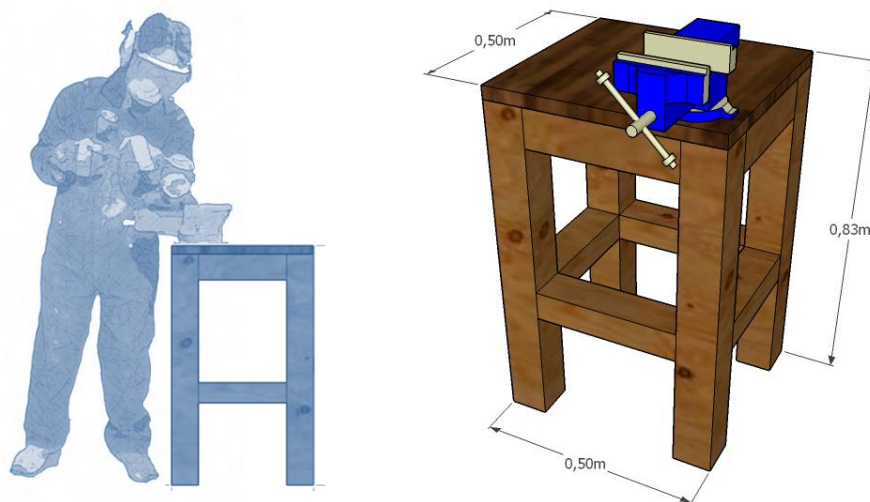
162. Todos los enseres y equipos de trabajo, cuyo uso se ha reservado a espacios abiertos, al exterior, encuentran cobijo en esta pequeña estancia hasta que vuelvan a ser necesarios.

6.1.12.3. *Edificación 2. opción B. taller para fundición de moldes de microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado.*

- Mesa de Microfusión.
- Estanterías.

6.1.12.4. *Edificación 3. espacio polivalente-taller de ceras II.*

- ✓ Mesa de trabajo
- ✓ Taburetes regulables
- ✓ Estanterías –entre las cuales destaca la estantería de obra integrada en la estructura constructiva de esa edificación-.
- ✓ Banco de trabajo con tornillo.



163. Izquierda: Vista esquemática en perfil de la escultora quitando cáscara cerámica. Derecha: Recreación digital del banco de madera con tornillo usado en esta fase del proceso.

6.1.12.5. Edificación 4. Almacén de materiales.

- No precisa de mobiliario.

Observaciones:

Debido a las modestas dimensiones de esta estancia consideramos innecesaria la inclusión de por ejemplo estanterías o baúles para almacenar el material ya que el espacio cumple buena función siendo una estancia diáfana sin mobiliario.



164. Recreación digital de la Edificación 4, en la que podemos ver un pequeño almacén con varios bidones con áridos refractarios o sílice, leña y un pale de sacos de carbón.

6.1.12.6. Espacio exterior 1. Espacio polivalente-zona temporal de fundición.

- No precisa de mobiliario.

Observaciones:

Recordemos que durante la colada el arca necesaria para contener los moldes de fundición, bien sea porque debemos enterrar los moldes de olla o por que tengamos que mantener calientas las cáscaras antes de su colada, es un elemento relevante el cual si lo considerásemos parte del mobiliario –aunque más bien se trata de parte del equipo técnico- ha de contarse también con su apropiada ergonomía.

6.1.12.7. Espacio exterior 2. Espacio polivalente-zona de descere temporal por choque térmico-zona de descere temporal crisol fusible.

- ✓ Mesa de obra, diseñada en L, que supone el único elemento arquitectónico de este espacio –si no contamos con las dos vigas-.

Observaciones:

Si consideramos la mesa de descerado como parte del mobiliario en esta fase –aunque más bien forma parte del equipo técnico- ha de tenerse muy en cuenta su altura. Recordemos, debe ser lo suficientemente alta para que el calor producido no afecte al recipiente de agua situado bajo la rejilla y para que el escultor pueda depositar y retirar las piezas de cáscara cerámica con comodidad.

6.1.12.8. Espacio exterior 3. Zona temporal de fundición.

- No precisa de mobiliario.

6.1.13. Tratamiento de gases y humos.

6.1.13.1. Edificación 1. Zona de trabajo con ceras.

6.1.13.1.1. Ventilación General:

- ✓ Renovación de aire de 120 m³/h.

En la Edificación 1, el espacio destinado al trabajo de moldes y ceras necesitaría una renovación de 60 m³/h ateniéndonos al número de trabajadores –que son dos- y en función de la superficie (17.78m²) sería de 53.33 m³/h. Tomando el valor más desfavorable, y como el local va a estar destinado a un uso en el que se van a producir gases y vapores a

cierta temperatura el caudal de aire mínimo a renovar según el RITE¹⁸⁰, nos dan por resultado los 120m³/h

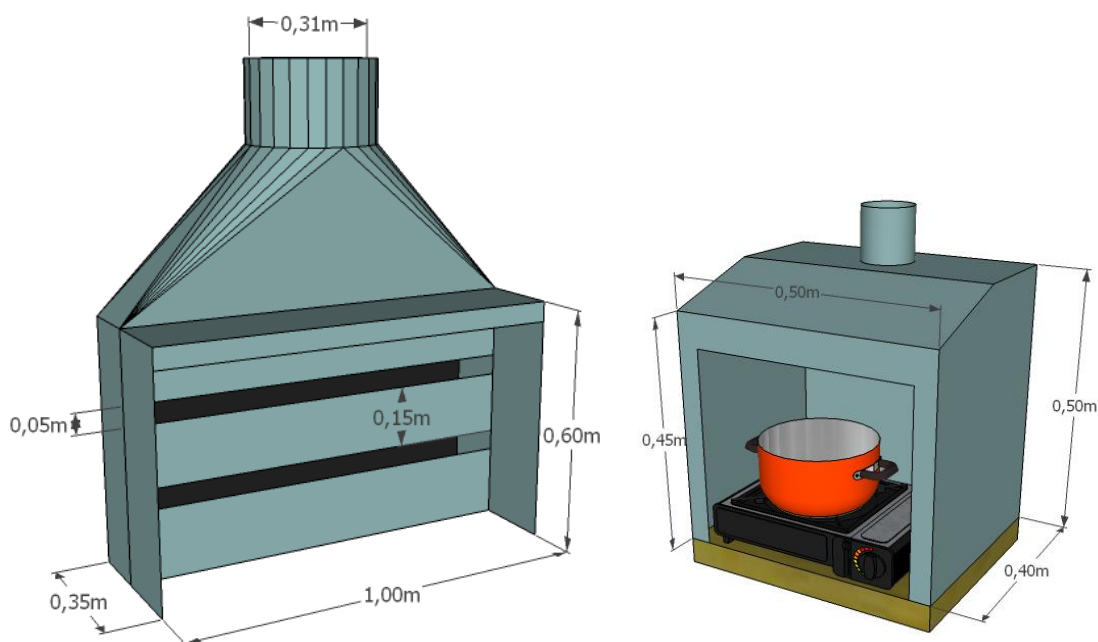
6.1.13.1.2. Ventilación Localizada:

- ✓ Cabina extractora que contiene el hornillo y los recipientes necesarios para la fusión y preparación de ceras.
- ✓ Campana extractora frontal de rejilla localizada en la zona donde se realizan los modelos en cera.

Observaciones:

$$Q_{\text{cabina}} = V \times A = V \times W \times H = 0.7 \times 0.42 \times 0.37 = 0.10878 \text{ m}^3/\text{s} = \boxed{391.608 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$Q_{\text{frontal}} = 0.75 \times V \times (10 \times X_2 + A) = 0.75 \times 0.7 \times (10 \times 0.4 + 0.25 \times 1) = 0.97125 \text{ m}^3/\text{s} = \boxed{3496.5 \text{ m}^3/\text{h}}$$



165. 166.Izquierda: Campana frontal de rejilla para el trabajo con ceras.

¹⁸⁰ Reglamento para las Instalaciones Térmicas en los Edificios.

EDIFICACIÓN 1. CALCULO DE CONDUCTOS SEGÚN CAUDAL						
TRAMO	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	Sección (Q/V) (m ²)	D' (m)	D (mm)
AB (campana frontal)	0,9713	3496,50	10	0,0971	0,3517	315
CB (cabina)	0,1088	391,61	10	0,0109	0,1177	100
BD	1,0800	3888,11	10	0,1080	0,3708	355
EG	0,0333	120,00	10	0,0033	0,0651	80
FG	0,0089	32,00	10	0,0009	0,0336	80
GD	0,0422	152,00	10	0,0042	0,0733	80
DH	1,1223	4040,11	10	0,1122	0,3780	355

Tabla 106. Cálculos realizados por el arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas.

PÉRDIDA DE CARGA (Pa)	
Conductos	103,89
Codos y uniones	25,97
Filtro	411,88
Difusores	40,00
Campana frontal	5,94
Cabina	4,78
Total:	592,46

Tabla 107. Cálculos de pérdida realizados por el arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas

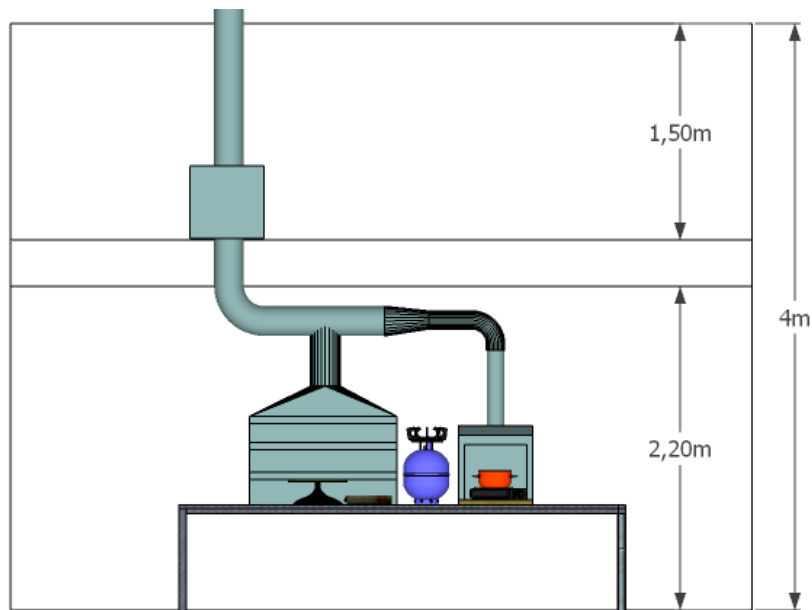


167. Extractor BSM 500 230V, 5500m³/j

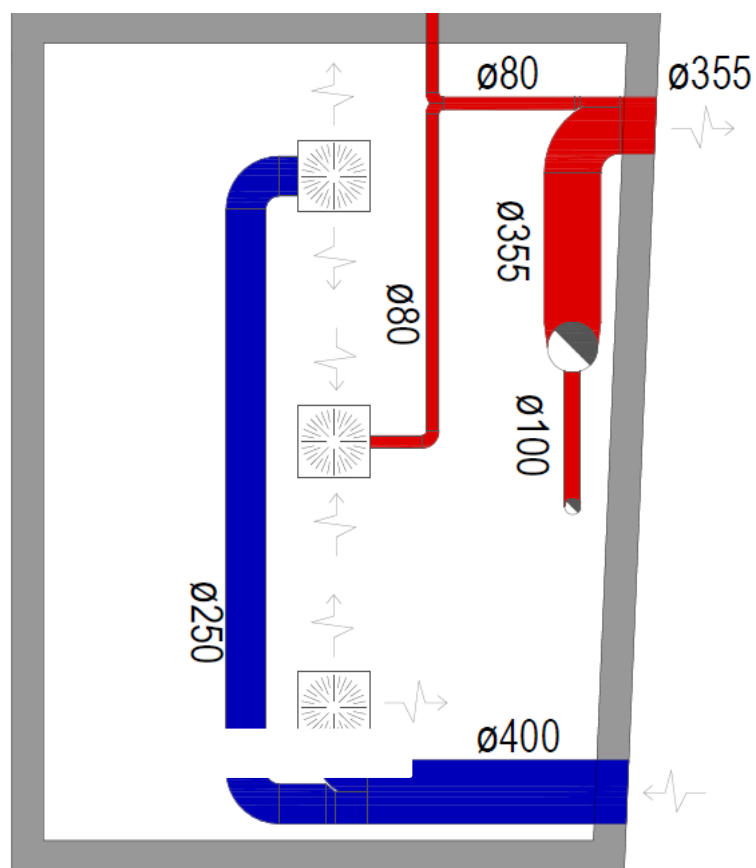
El caudal que debe expulsar el extractor es de 4040.11 m³/h, teniendo que vencer una pérdida de 592.46 Pa. En este caso el sistema de extracción localizada cuenta con un extractor de **5500 m³/h** de caudal, superando lo estimado para sus funciones y así se compensen las pérdidas.

En materia de filtro el circuito de extracción localizada contará con:

- ✓ Prefiltro de carbón activo con malla de metal (cocina industrial)
- Filtros planos de alta eficacia de microfibra de vidrio hidrorrepelente a medida. SERVIMINI 48/97.
- ✓ Filtro de extracción de humos de soldadura Metcal, FM-BVX.



168. Dos posibles diseños para el sistema de extracción localizada en la mesa de ceras.



169. Vista en planta de la Edificación 1. Azul: Ventilación General,

6.1.13.2. *Edificación 1. Preparación de los moldes refractarios.*

Observaciones:

No se incluye un sistema de extracción localizada. La buena praxis del escultor y una correcta protección de las vías respiratorias pueden ser suficientes. También supone la solución más económica.

6.1.13.2.1. *Moldes de picadizo o de olla.*

- EPI. Mascarilla para partículas.

6.1.13.2.2. *Moldes de cáscara cerámica.*

- ✓ EPI. Mascarilla para partículas.

6.1.13.2.3. *Moldes de arena en verde.*

- ✓ EPI. Mascarilla para partículas.

6.1.13.3. *Edificación 1. Secado de moldes de cáscara cerámica.*

- ✓ Buen aislamiento de los moldes durante el proceso de secado, buscando aislar las partículas contaminantes durante el secado de moldes.
- ✓ Los ventiladores direccionan las partículas contaminantes presentes en la cáscara cerámica –como la fibra de vidrio si se ha incluido en los rebozados-, estas terminan acumulándose en zonas concretas del mueble de secado, que posteriormente pueden limpiarse. Se trata de controlar que este tipo de contaminantes no esté suspendido en el ambiente, que no se esparzan por otros espacios de trabajo donde el escultor termine por respirarlas.

6.1.13.4. *Espacios exteriores 2 y 3. Descerado, cocción y sinterizado.*

6.1.13.4.1. *En el descerado de moldes de picadizo o de olla. Espacio exterior 3.*

- ✓ Chimenea.

Observaciones:

Ha de incluirse en el diseño del horno-mufla que se construya para el descerado y cocción de éste tipo de moldes.

6.1.13.4.2. *Espacio exterior 2. En el descerado de moldes de cáscara cerámica.*

- ✓ Ventilación natural. Se trabaja al exterior.
- ✓ EPI. Mascarilla para gases.

6.1.13.5. *Espacio exterior 1. Fusión y colada del meta.*

6.1.13.5.1. *Con crisol exento para moldes de picadizo o de olla, directas de cáscara cerámica, microfusión y moldes de arena.*

- ✓ Ventilación natural. Se trabaja al exterior.
- ✓ EPI. Mascarilla para gases.

6.1.13.6. *Edificación 2. Opción A. (Almacenamiento).*

6.1.13.6.1. *Ventilación general*

- ✓ Entre la amplia ventana y la puerta se cubren las necesidades en cuanto a ventilación del espacio de almacenamiento

Observaciones:

El local destinado a almacén (Edificación 2) necesitará una renovación entre 8.04 y 32.15 m³/h.

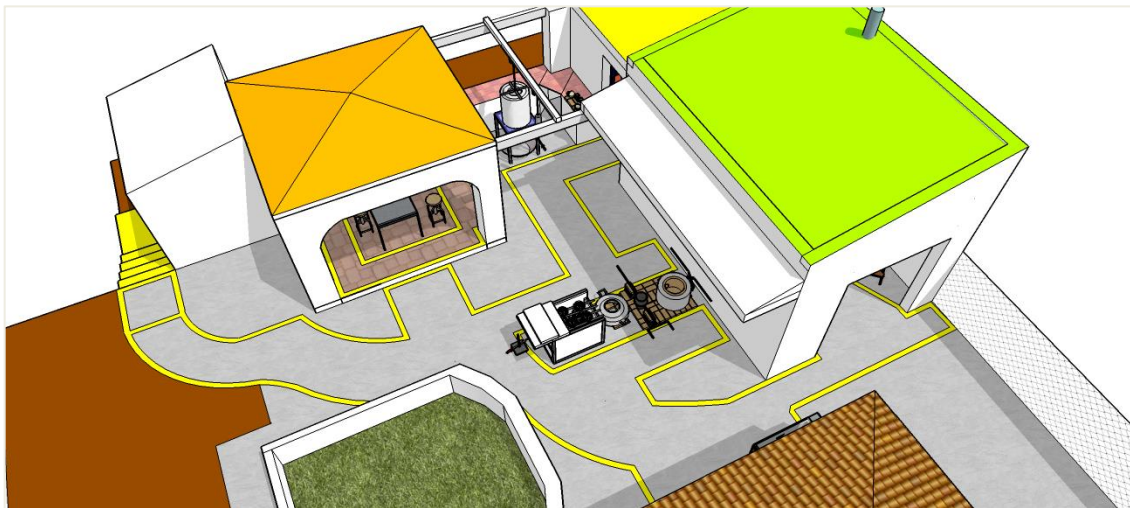
6.1.14. *Vías de circulación e iluminación.*

6.1.14.1. *Vías de circulación:*

Observaciones:

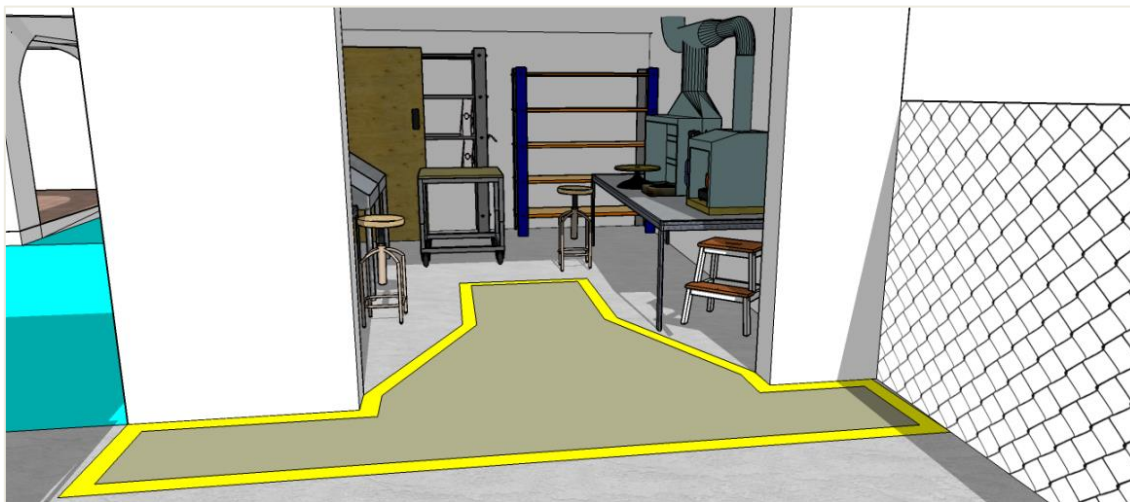
Las vías de circulación están muy vinculadas a los espacios de maniobrabilidad y la disposición de los diferentes elementos de trabajo –equipos, muebles, materiales,..-. En este modelo de taller las vías de tránsito al exterior tienen un mayor peso con respecto a los espacios reservados en el interior de las edificaciones. Estos últimos se ven limitados por el reducido espacio de las estancias y el mobiliario instalado en su interior.

6.1.14.1.1. *Espacios Exteriores*



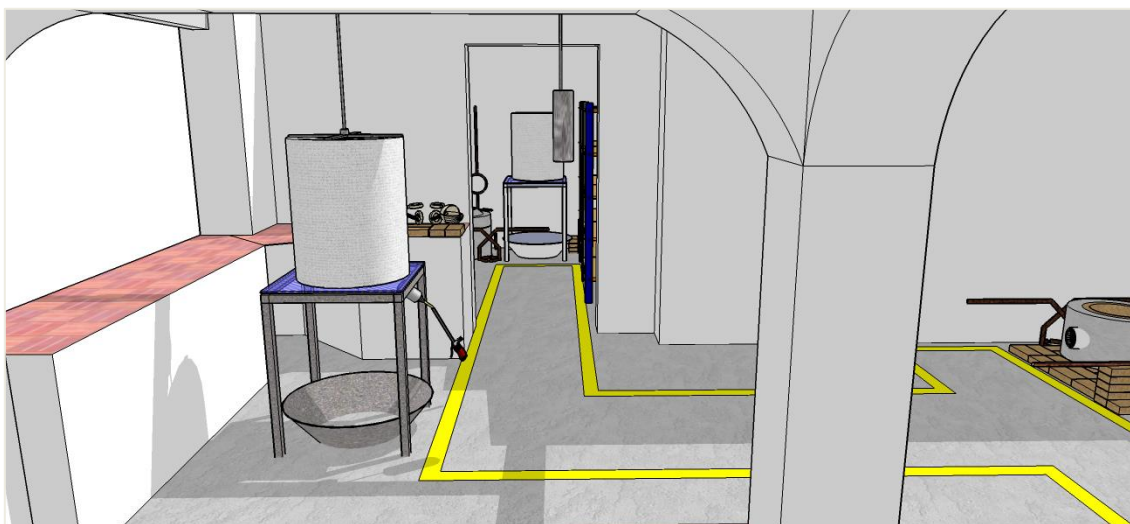
170. En la imagen podemos ver una recreación digital en vista aérea de las vías de circulación previstas para los exteriores del espacio de trabajo *Modelo de Estudio I*.

6.1.14.1.2. *Edificación 1. Vías de Circulación:*



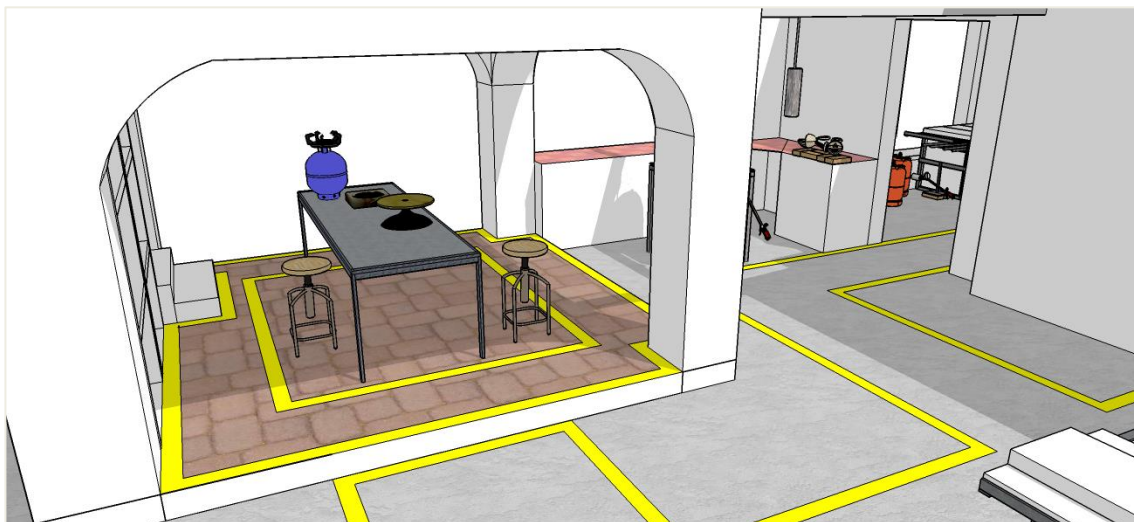
171. Imagen del espacio reservado como vía de tránsito a respetar en la *Edificación 1*.

6.1.14.1.3. *Edificación 2. Vías de Circulación*



172. Vías de tránsito reservadas en la zona de descerado por choque térmico y en el interior de la *Edificación 2*.

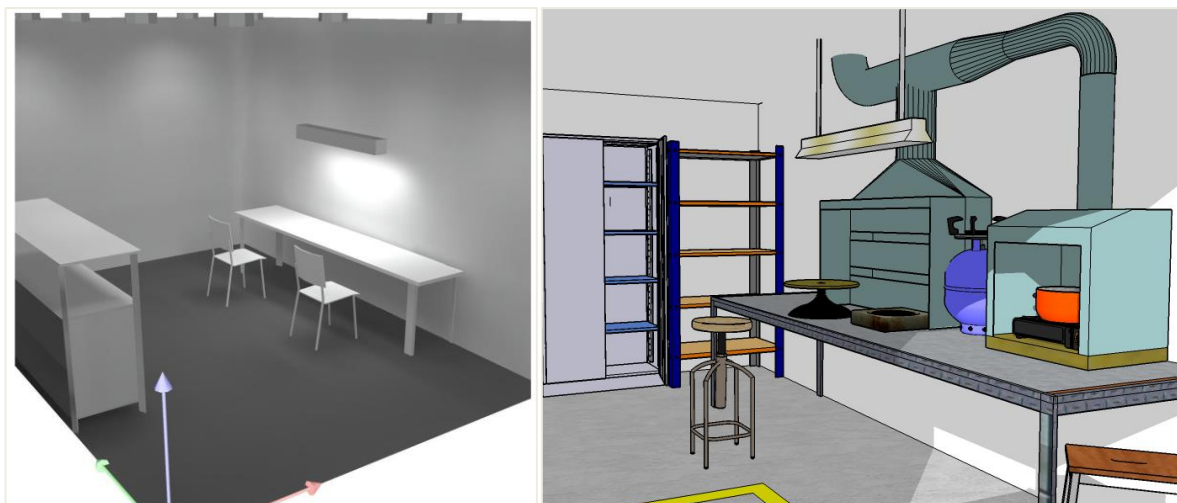
6.1.14.1.4. Edificación 3. Vías de Circulación.



173. Espacio reservado como vías de tránsito o circulación en la Edificación 3.

6.1.14.2. Iluminación.

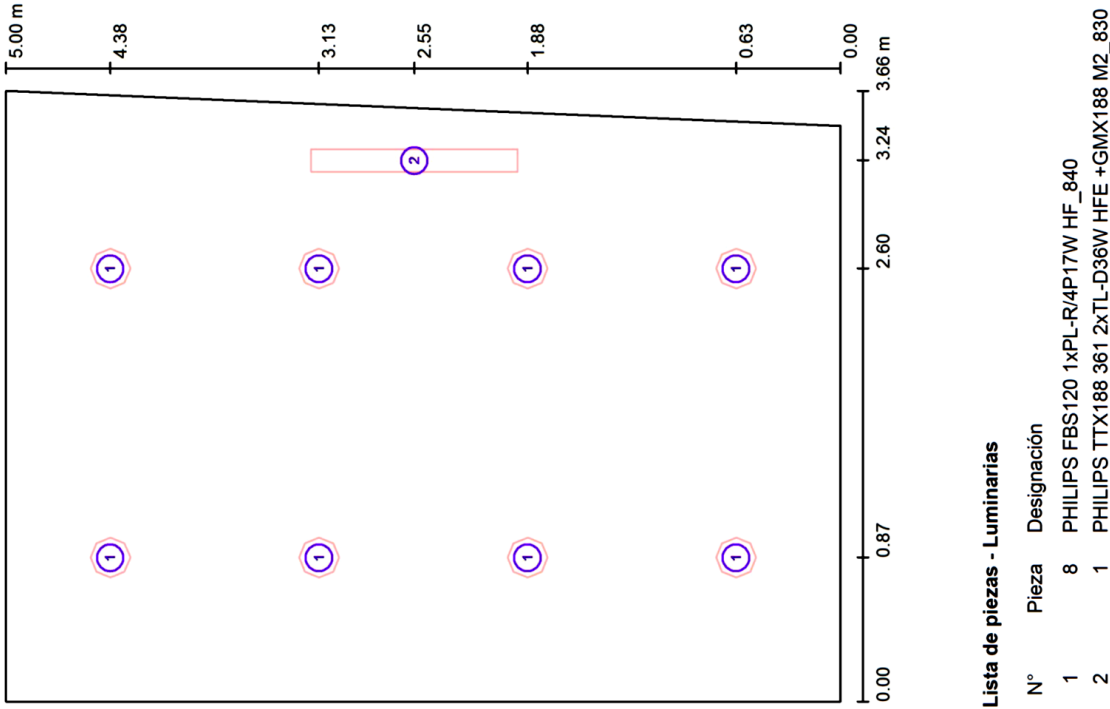
6.1.14.2.1. Edificación 1. Iluminarias de la Zona de Ceras y Moldes.



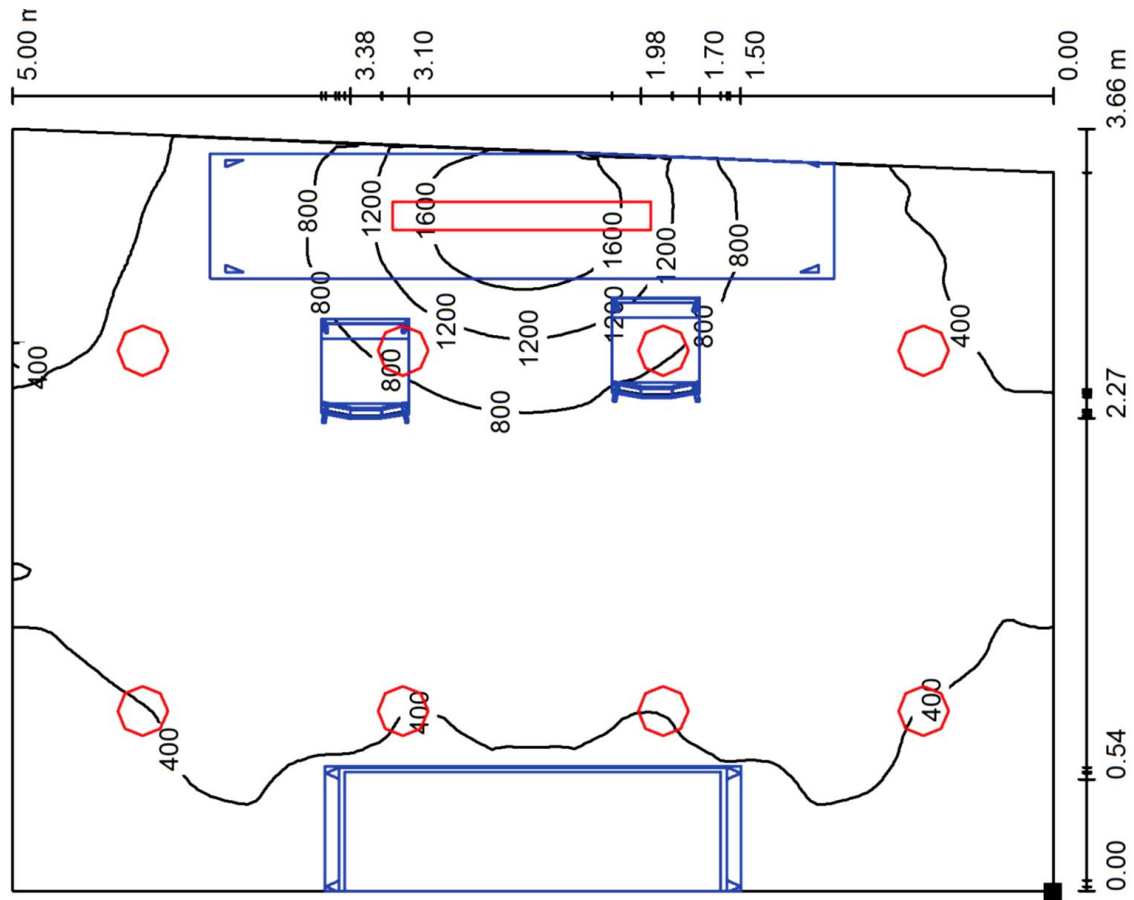
174. 175. Izquierda: Recreación de las luminarias en la Edificación 1 con DIALux. Derecha: Vista del interior de la Edificación 1 con SketchUp en la que se ha incluido el punto de luz sobre la mesa de trabajo con ceras.

8 Pieza	PHILIPS FBS120 1xPL-R/4P17W HF_840 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 1238 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm Potencia de las luminarias: 20.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 73 98 100 100 99 Lámpara: 1 x PL-R/4P17W/840 (Factor de corrección 1.000).		
1 Pieza	PHILIPS TTX188 361 2xTL-D36W HFE +GMX188 M2_830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 3770 lm Flujo luminoso (Lámparas): 6500 lm Potencia de las luminarias: 0.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 57 89 98 100 58 Lámpara: 2 x TL-D36W/830 (Factor de corrección 1.000).		

176. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver los dos tipos de luces seleccionados para la *Edificación 1*.



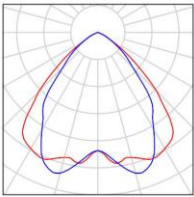
177. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver la situación en planta de los diferentes puntos de luz en la *Edificación 1*.



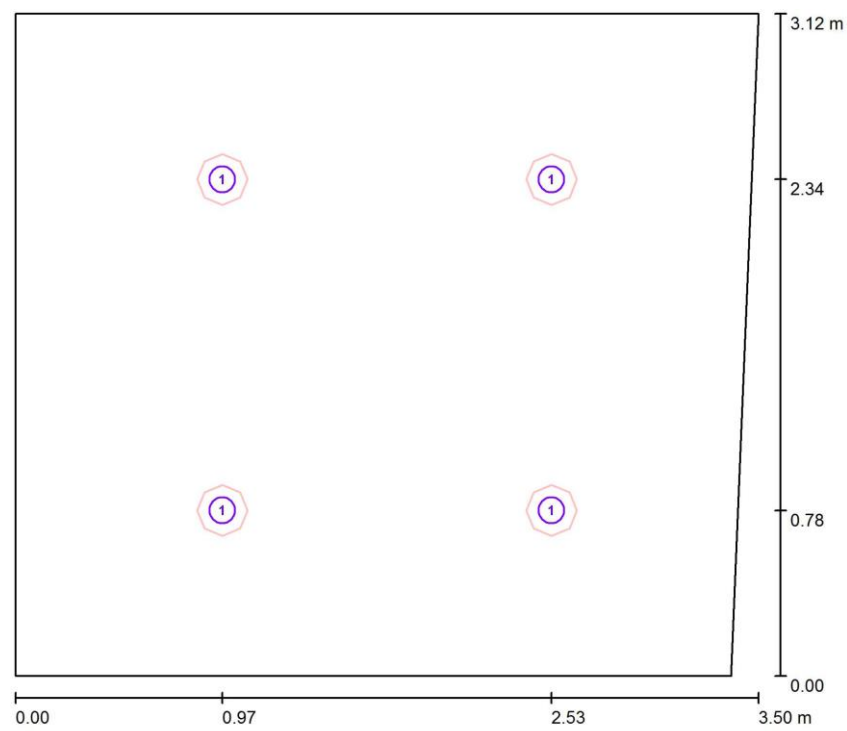
178. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver la situación en planta de los diferentes puntos de luz en la *Edificación 1*.

6.1.14.2.2. *Edificación 2. Iluminarias de la Zona de Almacenamiento.*

4 Pieza PHILIPS FBS120 1xPL-R/4P17W HF_840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1238 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm
Potencia de las luminarias: 20.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 99
Lámpara: 1 x PL-R/4P17W/840 (Factor de corrección 1.000).



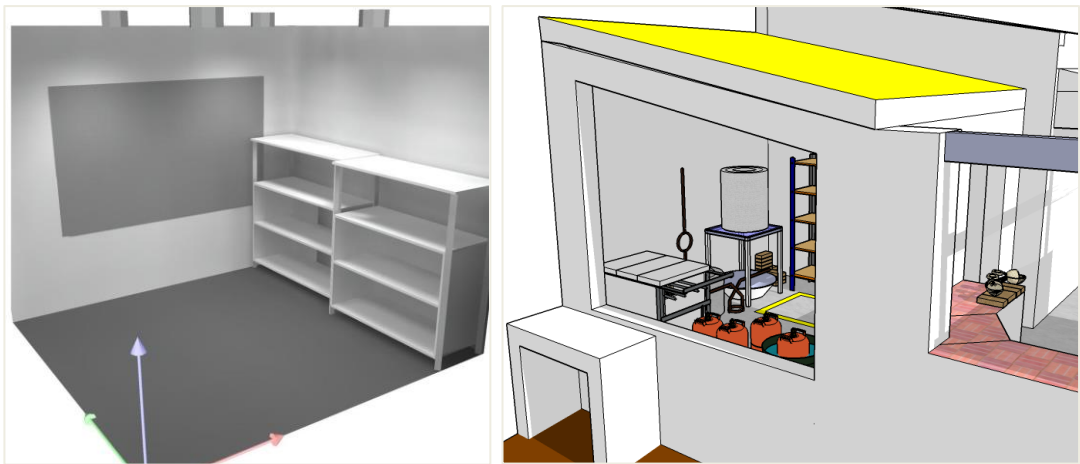
179. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver el producto seleccionado para iluminar la *Edificación 2*.



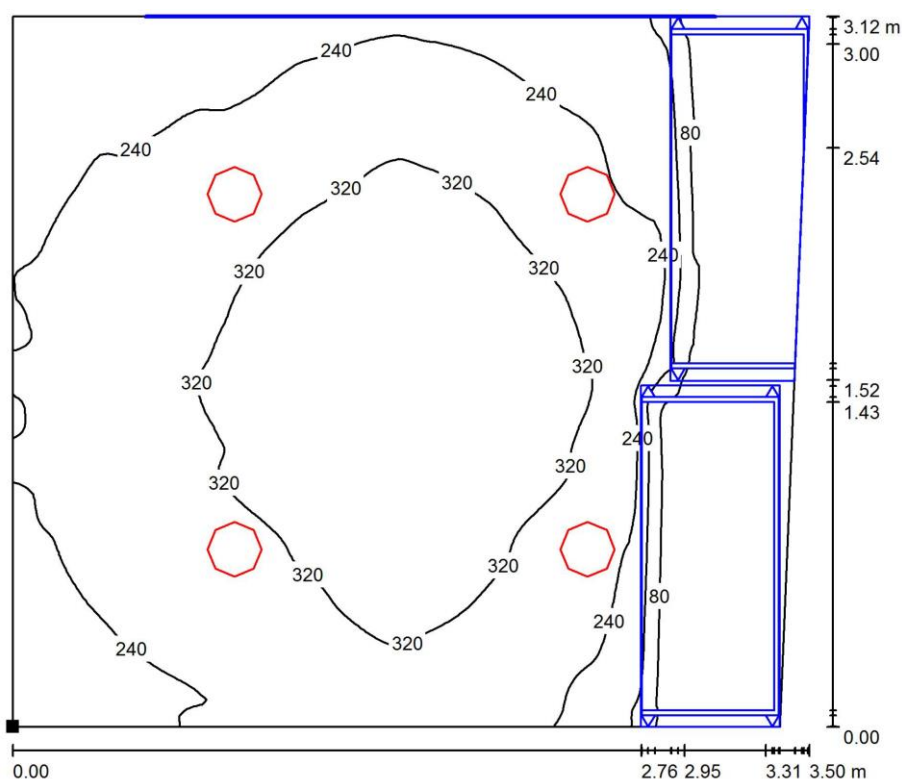
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	4	PHILIPS FBS120 1xPL-R/4P17W HF_840

180. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver la situación en planta de los diferentes puntos de luz en la Edificación 1.



181. 182. Dos simulaciones digitales de la Edificación 2. Izquierda: imagen generada en DIALux con las luminarias incluidas. Derecha: imagen generada por SketchUp.



183. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver la situación en planta de los diferentes puntos de luz en la Edificación 1.

6.1.15. Costes y proveedores.¹⁸¹

Lista de los equipos, materiales, herramientas y demás medios básicos necesarios para poder ejercer la actividad:

✓ FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA: MICROFUSIÓN CON CRISOL INCORPORADO Y TÉCNICA DIRECTA CON CRISOL EXENTO	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€

¹⁸¹ Todos estos productos y precios facilitados en este apartado son orientativos, pueden variar de un proveedor a otro, si bien todos son reales y han sido cotejados durante la investigación bien mediante consulta a tienda o por haber sido adquiridos personalmente. Las tablas incluidas en aquí sólo son una selección, una lista más completa de productos y proveedores relacionados con nuestra materia puede consultarse en el Anexo IV.

Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
CAMPANA DE DESCERE POR CHOQUE TÉRMICO	
Campana de descere y su estructura (Fabricación propia: Perfiles de hierro, malla electro-soldada, manta refractaria, alambre de <i>ferralla</i> , poleas, contrapeso, cable de acero)	131,65€
Barreño grande de metal (75x28)	39,55€
QUEMADORES PARA LA CAMPANA DE DESCERE	
Dos Sopletes (Bocacha grande 70 Ø).	52,1€
Abrazaderas sin fin/unidad.	0,33€
Tubo para el gas	2,95€
Regulador de gas salida libre.	8,64€
HORNOS	
<u>Horno autoconstruido fijo:</u>	
Bidón de metal (Bidón 57x96cm ; 60x88cm)	14,95€
Mortero refractario (Saco de 27Kg de CAST 85)	53,57€
Arlita/Arcilla expandida -opcional- (saco de 5L)	3,25€
Barro chamotado -hasta 1280º- (Pella de 12,5kg)	9€
<u>Horno/Arca autoconstruido temporal:</u>	
Ladrillos refractarios (4x11x22cm) / 100 unidades.	75€
OTROS EQUIPAMIENTOS Y UTILLAJE DE FUNDICIÓN	
Pinzas para microfusión	5,95€
Crisol A8 (para 12,5Kg latón)	72.6€
Pinzas para crisol [Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5tornillos con sus tuercas]	5,3€
Maneral [Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas)]	5,7€
Varilla para retirar la escoria [Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)]	1,82€
HERRAMIENTAS, UTILLAJE Y OTROS EQUIPOS	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W (resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas	22€
Cazo	1,35€
Cacerola	4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Dos espuerta	2,25€
Moldes de bebederos, respiraderos y del crisol (Fabricación propia con	2€

escayola: saco de 25kg)	
Cuchillos (unidad)	0,75€
Espátulas	1€
Espátula-Palillo de modelar de metal (unidad)	9,35€
Pulverizador	1,95€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Palangana	0,9€
Cubo de metal	11,25€
Báscula hasta 5Kg	15,4€
Criba (23x30cm)	3€
Ventilador	19€
Ladrillos [Ladrillos huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Serrucho	3,95€
Martillo	4,5€
Amoladora	12,6€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€
Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€
	9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€

Delantal de soldadura cuero	14,45€
Chaqueta soldador Standard	43,25€
Cuatro Mangas soldador cuero	26,24€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos Guantes soldadura	12,98€
Dos Guantes de trabajo	5,9€
<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
7 Kg Cera de abeja	118,57€
2 Kg Parafina	9,92€
Colofonia/Kg	6€
Goma laca / Kg (goma laca oscura en escamas)	11,01€
Alcohol 96° (bote de 250ml)	0,69€
Talco/Kg	5,02€
Grafito en polvo/Kg	4,72€
25 litros de Sílice coloidal	95€
25 kg, Moloquita -200 M	38,75€
25 kg Moloquita 16/30 M	38,75€
25 kg Moloquita 50/80 M	51,25€
Fibra de vidrio Mat300/m2	3,1€
Superglue /12gr	1€
Clavos	1,59€
Estopa/Esparto (rollo de 1Kg)	6,17€
Alambre de ferralla 5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso /m	2€
Discos para amoladora:	
Disco de corte	1,04€
Disco de repaso	1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> :	
(set de 150)	39,95€
(esfera de 5mm aprox.)	4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
Arena de sílice (árido cuarzo pavim. 0,2-0,8mm / saco25Kg)	2,41€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	2165,125€

FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA: CRISOL FUSIBLE	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
CAMPANA DE DESCERE POR CHOQUE TÉRMICO	
Campana de descere y su estructura (Fabricación propia: Perfiles de hierro, malla electro-soldada, manta refractaria, alambre de <i>ferralla</i> , poleas, contrapeso, cable de acero)	131,65€
Barreño grande de metal (75x28)	39,55€
QUEMADORES PARA LA CAMPANA DE DESCERE	
Quemador Turbo Asistido (precio aprox.)	1000€
Abrazaderas sin fin/unidad.	0,33€
Tubo para el gas	2,95€
Regulador de gas salida libre.	8,64€
HORNOS	
<u>Horno autoconstruido fijo:</u>	
Chapa acero inoxidable (1000x1000x1mm)	56€
Malla electrosoldada /m2	2,82€
Manta cerámica [S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)]	81,16€
Elevador eléctrico/Polipasto	57,95€
HERRAMIENTAS, UTILLAJE Y OTROS EQUIPOS	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W (resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas	22€
Cazo	1,35€
Cacerola	4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Dos espuerta	2,25€
Moldes de bebederos, respiraderos y del crisol (Fabricación propia con escayola: saco de 25kg)	2€
Cuchillos (unidad)	0,75€
Espátulas	1€
Espátula-Palillo de modelar de metal (unidad)	9,35€
Pulverizador	1,95€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Palangana	0,9€
6Báscula hasta 5Kg	15,4€
Criba (23x30cm)	3€

Ventilador	19€
Ladrillos [huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Serrucho	3,95€
Martillo	4,5€
Amoladora	12,6€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€
Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Dos Delantales de soldadura cuero	28,9€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos pares Guantes soldadura	12,98€
Dos pares Guantes de trabajo	5,9€
<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
7 Kg Cera de abeja	118,57€
2 Kg Parafina	9,92€
Colofonia/Kg	6€

Goma laca / Kg (goma laca oscura en escamas)	11,01€
Alcohol 96° (bote de 250ml)	0,69€
Talco/Kg	5,02€
Grafito en polvo/Kg	4,72€
25 litros de Sílice coloidal	95€
25 kg, Moloquita -200 M	38,75€
25 kg Moloquita 16/30 M	38,75€
25 kg Moloquita 50/80 M	51,25€
Fibra de vidrio Mat300/m2	3,1€
Superglue /12gr	1€
Clavos	1,59€
Estopa/Esparto (rollo de 1Kg)	6,17 €
Alambre de ferralla 5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso /m	2€
Discos para amoladora: Disco de corte Disco de repaso	1,04€ 1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> : (set de 150) (esfera de 5mm aprox.)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
Chapas de cobre o de latón de 1mm x 2,5cm x 2,5 cm (Plancha de cobre de 1mm x 12,5cm x 16,5cm)	5,95€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	3006,585€

✓ FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON MOLDES CERÁMICOS PRIMITIVOS	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Tres sacos de 30 kg de Carbón de fragua-antracita	84€
Tres saco de 20kg Leña (de encina)	22,5€
HORNOS	
<u>Horno/ autoconstruido fijo:</u>	
100 Ladrillos refractarios (4x11x22cm)	75€
Barro chamotado -hasta 1280º- (pella de 12,5kg)	9€
OTROS EQUIPAMIENTOS Y UTILLAJE DE FUNDICIÓN	
Cubo de metal	11,25€
Arena de sílice saco25Kg (árido cuarzo pavim. 0,2-0,8mm)	2,41€
Crisol (crisol A20 para 30Kg latón)	169,4€
Pinzas para crisol [Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5tornillos con sus tuercas]	5,3€
Maneral [Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas]	5,7€
Varilla para retirar la escoria [Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)]	1,82€
QUEMADORES	
Soplador BLV2800	34,95€
OTROS EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y UTILLAJE	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W(resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas (fogón para bombonas Butsir o Camping)	22€
Cazos y cacerolas	1,35€ 4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Moldes de bebederos, respiraderos y del crisol (Fabricación propia con escayola: saco de 25kg))	2€
Cuchillos(unidad)	0,75€
Espátulas	1€
Espátulas-Palillos de modelar de metal/ud	9,35€
Pulverizador	1,95€
Palangana	0,9€
Báscula hasta 5Kg	15,4€
Palangana	0,9€
Criba (23x30cm)	3€
Ventilador	19€
Ladrillos [Ladrillos huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€

Martillo	4,5€
Dos Espuertas	4,5€
Pala	10,95€
Amoladora	12,6€
Cepillos de alambre de acero para taladro (set de 3)	2,45€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Delantal de soldadura cuero	14,45€
Chaqueta soldador Standard	43,25€
Cuatro Mangas soldador cuero	26,24€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos Guantes soldadura	12,98€
Dos Guantes de trabajo	5,9€
<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
7 Kg Cera de abeja	118,57€
2 Kg Parafina	9,92€
Colofonia/Kg	6€
Goma laca / Kg (goma laca oscura en escamas)	11,01€
Alcohol 96° bote de 250ml	0,69€
Fibra de vidrio Mat300 /m2	3,1€
Clavos	1,59€
Malla metálica/m2	1,41€
Estopa-Esparto/rollo de 1Kg	6,17€

Alambre de ferralla /5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso /m	2€
Discos para amoladora:	
Disco de corte	1,04€
Disco de repaso	1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> (Set de 150) (Esfera de 5mm aprox.)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	830,41€

FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON MOLDES DE OLLA A LA ITALIANA	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
MUFLAS	
<u>Mufla autoconstruida fija:</u>	
200 Ladrillos refractarios (4x11x22cm)	150€
Bloques de hormigón	0,79€
Mortero refractario (saco de 27Kg de CAST 85)	53,57€
Manta cerámica [S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)] (opcional)	81,16€
Barra de 12m Perfiles en ángulo 4cm (4mm grosor)	20,6€
Barra de 12m Pletinas 3cm (4mm grosor)	10,5€
Cuatro Varillas roscadas 1cm	4€
HORNOS	
<u>Horno/Arca autoconstruido fijo:</u>	
4 m2 Malla electrosoldada	9,68€
100 Ladrillos refractarios (4x11x22cm)	75€
Manta cerámica [S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)] (opcional)	81,16€
Barra de 6m Perfiles en ángulo 4cm (4mm grosor)	10,33€
Barra de 6m Pletinas 3cm (4mm grosor)	5,25€
Varillas roscadas 1cm	1€
OTROS EQUIPAMIENTOS Y UTILLAJE DE FUNDICIÓN	
Cubo de metal	11,25€
Arena de sílice saco25Kg (árido cuarzo pavim. 0,2-0,8mm)	2,41€
Crisol (crisol A20 para 30Kg latón)	169,4€
Pinzas para crisol [Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5tornillos con sus tuercas]	5,3€
Maneral [Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas]	5,7€
Varilla para retirar la escoria [Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)]	1,82€
QUEMADORES	
Soplete	26,55€
Tubo para el gas	2,95€
Abrazaderas sin fin /unidad	0,33€

Regulador de gas salida libre	8,64€
OTROS EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y UTILLAJE	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W(resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas (fogón para bombonas Butsir o Camping)	22€
Cazos y cacerolas	1,35€ 4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Moldes de bebederos, respiraderos y del crisol (Fabricación propia con escayola: saco de 25kg))	2€
Cuchillos(unidad)	0,75€
Espátulas	1€
Espátulas-Palillos de modelar de metal/ud	9,35€
Pulverizador	1,95€
Palangana	0,9€
Báscula hasta 5Kg	15,4€
Palangana	0,9€
Criba (23x30cm)	3€
Ventilador	19€
Ladrillos [Ladrillos huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Martillo	4,5€
Dos Espuertas	4,5€
Taladro	21,95€
Varilla mezcladora	2,75€
Tablas de madera para encofrados /m2	6,9€
Pala	10,95€
Amoladora	12,6€
Cepillos de alambre de acero para taladro (set de 3)	2,45€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€
Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€

Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Delantal de soldadura cuero	14,45€
Chaqueta soldador Standard	43,25€
Cuatro Mangas soldador cuero	26,24€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos Guantes soldadura	12,98€
Dos Guantes de trabajo	5,9€
<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
7 Kg Cera de abeja	118,57€
2 Kg Parafina	9,92€
Colofonia/Kg	6€
Goma laca / Kg (goma laca oscura en escamas)	11,01€
Alcohol 96° bote de 250ml	0,69€
Fibra de vidrio Mat300 /m2	3,1€
Tablas de madera /m2 (tablero marino contrachapados fenólico de 250x122x1 cm)	17 , 37€
Clavos	1,59€
50 kg. Chamota polvo	81,5€
50 kg. Chamota fina roja 1/2	15€
50 kg. Chamota gruesa 2/5	28€
50 kg. Escayola	4€
Malla metálica/m2	1,41€
Estopa-Esparto/rollo de 1Kg	6,17€
Alambre de ferralla /5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso /m	2€
Discos para amoladora:	
Disco de corte	1,04€
Disco de repaso	1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> (Set de 150) (Esfera de 5mm aprox.)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
METAL	

50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	1257,115€

FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON MOLDES DE ARENA	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
HORNOS	
Horno/Arca autoconstruido fijo:	
4 m2 Malla electrosoldada	9,68€
100 Ladrillos refractarios (4x11x22cm)	75€
Manta cerámica [S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)] (opcional)	81,16€
Barra de 6m Perfiles en ángulo 4cm (4mm grosor)	10,33€
Barra de 6m Pletinas 3cm (4mm grosor)	5,25€
Varillas roscadas 1cm	1€
OTROS EQUIPAMIENTOS Y UTILLAJE DE FUNDICIÓN	
Cubo de metal	11,25€
Arena de sílice saco25Kg (árido cuarzo pavim. 0,2-0,8mm)	2,41€
Crisol (crisol A20 para 30Kg latón)	169,4€
Pinzas para crisol [Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5tornillos con sus tuercas]	5,3€
Maneral [Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas]	5,7€
Varilla para retirar la escoria [Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)]	1,82€
QUEMADORES	
Soplete	26,55€
Tubo para el gas	2,95€
Abrazaderas sin fin /unidad	0,33€
Regulador de gas salida libre	8,64€
OTROS EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y UTILLAJE	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W(resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas (fogón para bombonas Butsir o Camping)	22€
Cazos y cacerolas	1,35€ 4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Espátulas	1€
Espátulas-Palillos de modelar de metal/ud	9,35€
Báscula hasta 5Kg	15,4€
Palangana	0,9€
Criba (23x30cm)	3€
Ventilador	19€

Ladrillos [Ladrillos huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Martillo	4,5€
Dos Espuertas	4,5€
Taladro	21,95€
Varilla mezcladora	2,75€
Tablas de madera para encofrados /m2	6,9€
Pala	10,95€
Amoladora	12,6€
Cepillos de alambre de acero para taladro (set de 3)	2,45€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€
Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Delantal de soldadura cuero	14,45€
Chaqueta soldador Standard	43,25€
Cuatro Mangas soldador cuero	26,24€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos Guantes soldadura	12,98€
Dos Guantes de trabajo	5,9€

<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
Poliestireno extruido /m2	2,87€
Poliestireno expandido /m2	1,42€
Talco/Kg	5,02€
Grafito en polvo / Kg	4,72€
Fibra de vidrio Mat300/m2	3,1€
Manta cerámica (S 128/50 1260°C (3660x610x50mm))	81,16€
Tablas de madera /m2 (tablero marino contrachapados fenólico de 250x122x1 cm)	17 , 37€
Clavos	1,59€
50 kg Arena Petrobond	50€
Malla metálica/m2	1,41€
Alambre de ferralla /5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso/m	2€
Discos para amoladora:	
Disco de corte	1,04€
Disco de repaso	1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> (Set de 150) (Esfera de 5mm aprox)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	1882,765€

6.1.16. SEGURIDAD: Prevención de Riesgos ante la fundición artística.

A continuación incluimos aquellas tablas referentes a la prevención de riesgos en fundición artística que son información necesaria ante las actividades integradas en el taller modelo de estudio I:

REALIZACIÓN DE MODELO Y ÁRBOL DE COLADA		
MODELO OBTENIDO MEDIANTE EL TRABAJO DIRECTO EN CERA.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles al trabajar con cera.	Poner al fuego únicamente la parte de la herramienta con la que vamos a trabajar, no dejar los útiles demasiado tiempo en el fuego, tener presente en todo momento la posición de cada mano (especialmente al soldar).	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por el contacto directo con la cera caliente.	Mantener las manos húmedas, estar pendiente de la cera que está al fuego (no dejar que hierva...), tener presente en todo momento la posición de cada mano (especialmente al soldar).	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto directo con llamas procedentes de hornillos, mecheros,...	Estar pendiente en todo momento de los hornillos en uso.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Mareos, náuseas, afecciones cutáneas... debido inhalación de gases por combustión de la cera.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	LEVE
Inhalación de gases por combustión de colofonia - emisiones cancerígenas-	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Fuegos provocados por la combustión de la cera	Estar pendiente de la cera que está al fuego (no dejar que hierva...), no poner al fuego útiles muy cargados de cera, tener a mano trapos húmedos.	LEVE
Explosiones de gas debido al uso de hornillos de gas,...	Revisión previa de los equipos a utilizar (bombonas...), estar pendiente en todo momento de los hornillos en uso (especialmente cuando se está calentando cera), cerciorar tras su uso que las llaves están cerradas, reemplazar equipos en mal estado	LEVE
MODELO OBTENIDO MEDIANTE TÉCNICAS DE MOLDEO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Mareos, náuseas, irritaciones	Ventilación; extracción localizada; guantes, gafas o	PELIGROSO

cutáneas, problemas pulmonares... por el empleo de resinas de poliéster, disolventes, etc.	pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	
Quemaduras provocadas por diferentes productos resinas de poliéster, disolventes, tixotrópicos...	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Problemas pulmonares, irritaciones cutáneas... derivados de la manipulación de sustancias peligrosas como el gel de sílice...	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	PELIGROSO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Cortes, irritaciones cutáneas, problemas pulmonares... por materiales como la fibra de vidrio, ...	Ventilación; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
MODELO ELABORADO EN MATERIALES GASIFICABLES		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles de trabajo: espátulas, palillos de metal...	Poner al fuego únicamente la parte de la herramienta con la que vamos a trabajar, no dejar los útiles demasiado tiempo en el fuego, tener presente en todo momento la posición de cada mano.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por diferentes útiles de trabajo: resistencias eléctricas.	Tener presente en todo momento la posición de cada mano, desconectar el equipo una vez utilizado.	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de los gasificables.	Ventilación; extracción localizada; protección visual / facial y de vías respiratorias; mantener una distancia prudencial entre las vías respiratorias y el trabajo que realizamos.	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases provenientes de los adhesivos utilizados.	Ventilación; extracción localizada; protección visual / facial y de vías respiratorias; mantener una distancia prudencial entre las vías respiratorias y el trabajo que realizamos.	LEVE
Cortes, pinchazos,... en el manejo de herramientas manuales y útiles para fijación de materiales.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas,... por la manipulación de disolventes y otros productos químicos.	Ventilación; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	LEVE

Tabla 108.

REALIZACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO		
MOLDEO CON CASCARILLA CERÁMICA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de polvo de moloquita, alúmina, grafito ...	Protección de vías respiratorias, manipular los productos de manera ordenada, mantener una distancia prudencial entre el producto y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD

Inhalación de sílice originada por derrames accidentales en la aplicación de baños.	Limpiar en húmedo los derrames (no esperar a que seque)	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes y calzado de protección, ropa adecuada.	LEVE
Inhalación, irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica o fibra de vidrio.	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados, mantener una distancia prudencial entre el material y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Salpicaduras, irritaciones cutáneas,... por contacto directo con materiales como alcohol, <i>papilla</i> cerámica, sílice coloidal ...	Guantes y gafas o pantalla de protección, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO CON CHAMOTA, PICÓN, ARENA, CEMENTOS U OTROS MATERIALES REFRACTARIOS SIMILARES.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones, amputaciones,... al utilizar la picadora.	No introducir el brazo en la picadora (utilizar un palo o similar para acercar los ladrillos), guantes y pantalla de protección, faja, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de polvo de ladrillo.	Ventilación, extracción localizada, protección de vías respiratorias, humedecer los ladrillos antes de picarlos, manipular el polvo de manera ordenada.	BAJA PELIGROSIDAD
Accidente eléctrico, contusiones, lesiones... por el manejo de maquinaria para batir la <i>chamota</i> .	Guantes y calzado de protección, faja, ropa apropiada, no permitir que el agua llegue a la corriente eléctrica.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de materiales y moldes.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO A LA ARENA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la preparación de los moldes de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección de vías respiratorias, manipular los productos de manera ordenada, mantener una distancia prudencial entre los productos y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases tóxicos emitidos por las resinas en preparación del moldeo químico autofraguante.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria, mantener una distancia prudencial entre los productos y nuestras vías respiratorias.	PELIGROSO

Intoxicación cutánea por la manipulación de resinas y otros productos químicos propios del moldeo químico.	Guantes y gafas o pantalla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
--	--	-------------------

Tabla 109.

DESCERADO/ COCCIÓN/ SITERIZADO DEL MOLDE REFRACTARIO		
DESCERADO POR CHOQUE TÉRMICO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras debido a la manipulación de los moldes cerámicos tras el descerado y sinterizado.	Esperar a que enfríen para manipularlos. Guantes, ropa y calzado de protección.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con superficies calientes en el descerado por choque térmico.	Guantes, ropa y calzado de protección. Uso de manta cerámica (acompañada de guantes) para manipular el molde caliente.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras producidas por el contacto con cera caliente durante el proceso de descere.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de la cera.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	LEVE
Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica...	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Igniciones producidas durante el proceso de descere y sinterización de los moldes cerámicos.	Establecer un perímetro de seguridad y mantenerlo libre de cosas (en especial, elementos que puedan prender y productos inflamables)	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas durante el descerado y sinterización de los moldes cerámicos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	PELIGROSO
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones durante el proceso de descerado y sinterización de los moldes cerámicos	Revisión previa de los equipos a utilizar (bombonas...), seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD
DESCERADO MEDIANTE MUFLA U OTROS HORNOS SIMILARES		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> .	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD

Irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica o fibra de vidrio.	Guantes de protección, mantener una distancia prudencial con dichos materiales.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> tras la cocción.	Guantes de protección, ropa adecuada.	BAJA PELIGROSIDAD
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	PELIGROSO

Tabla 110.

FUSIÓN DEL METAL Y COLADA		
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL EXENTO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de partículas durante la preparación de moldes en el foso de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria, procurar no levantar mucho polvo.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	Guantes, ropa y calzado de protección, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal fundido.	Guantes, ropa y calzado de protección. Precaución en la manipulación del crisol y en la colada.	PELIGROSO
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada, tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada. Tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de la fusión de metales.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL INCORPORADO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	Guantes, ropa y calzado de protección, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con	Guantes, ropa y calzado de protección.	BAJA

metal fundido.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada.	PELIGROSIDAD
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	Precaución en la manipulación de la pieza durante la colada, tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada. Tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de la fusión de metales.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 111.

ELIMINACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO		
MOLDES DE CÁSCARA CERÁMICA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de polvo de moloquita/alúmina	Ventilación, protección respiratoria, mantener una distancia prudencial entre la pieza y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	LEVE
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Proyección de partículas en el manejo de herramientas mecánicas.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Irritaciones, quemaduras,...	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de	LEVE

provocadas por la dispersión de partículas de metal.	protección; no descuidar la posición de la herramienta.	
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE
MOLDEO CON CHAMOTA, PICÓN, ARENA, CEMENTOS U OTROS MATERIALES REFRACTARIOS SIMILARES.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> .	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación de los cilindros de <i>chamota</i> tras la colada.	Guantes de protección, ropa adecuada, dejar enfriar los cilindros.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la extracción de moldes del foso de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria, procurar no levantar mucho polvo.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas de <i>chamota</i>	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE
MOLDES DE ARENA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados.	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación del molde de arena tras la colada.	Guantes de protección, ropa adecuada, dejar enfriar el molde.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados, faja.	BAJA PELIGROSIDAD

Inhalación de partículas del molde	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE

Tabla 112.

6.2. Taller Modelo de Estudio II. Local en los bajos de un bloque de pisos.

6.2.1. Localización.

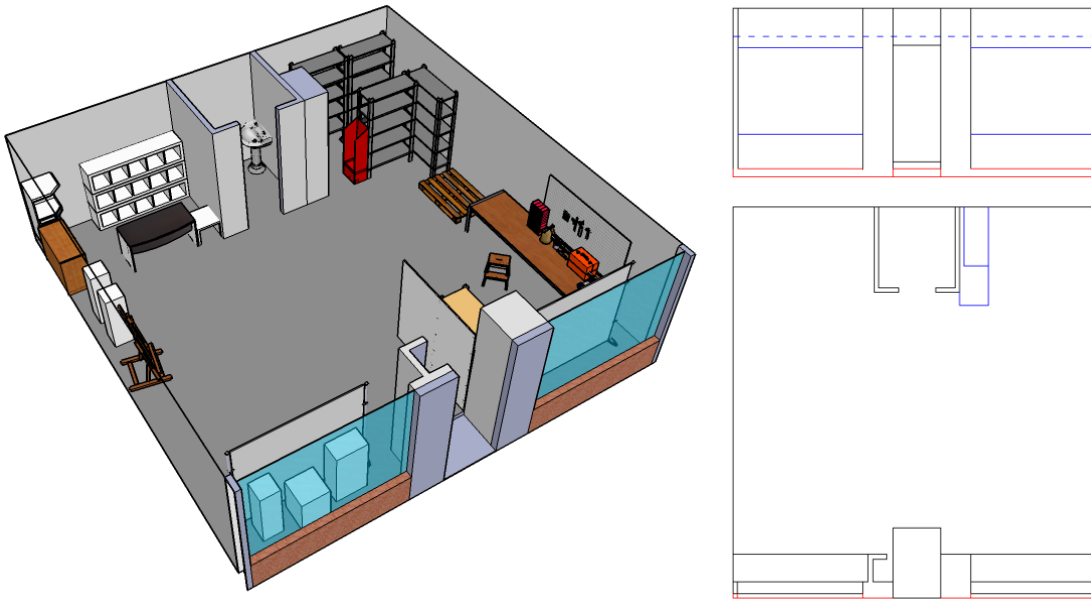
- ✓ Calle León XIII, Zona Macarena. Localidad-Provincia: Sevilla (España)



184. Ciudad de Sevilla dividida por distritos o zonas. En rojo se ha resaltado La Macarena por ser donde se localiza el taller Modelo de Estudio II

6.2.2. Tipo de edificación.

- ✓ Local situado en el bajo de un bloque de pisos.



185. Izquierda: recreación digital del taller. Derecha: vistas frontal y planta del local.

6.2.2.1. Zonas de trabajo y almacenamiento establecidas.

Zona 1:

- ✓ Espacio Polivalente para Escultura.
- ✓ Mesa de Ceras.
- ✓ Reservado-Mesa de Moldes.
- ✓ Reservado-Mesa de repaso de piezas en metal

Zona 2:

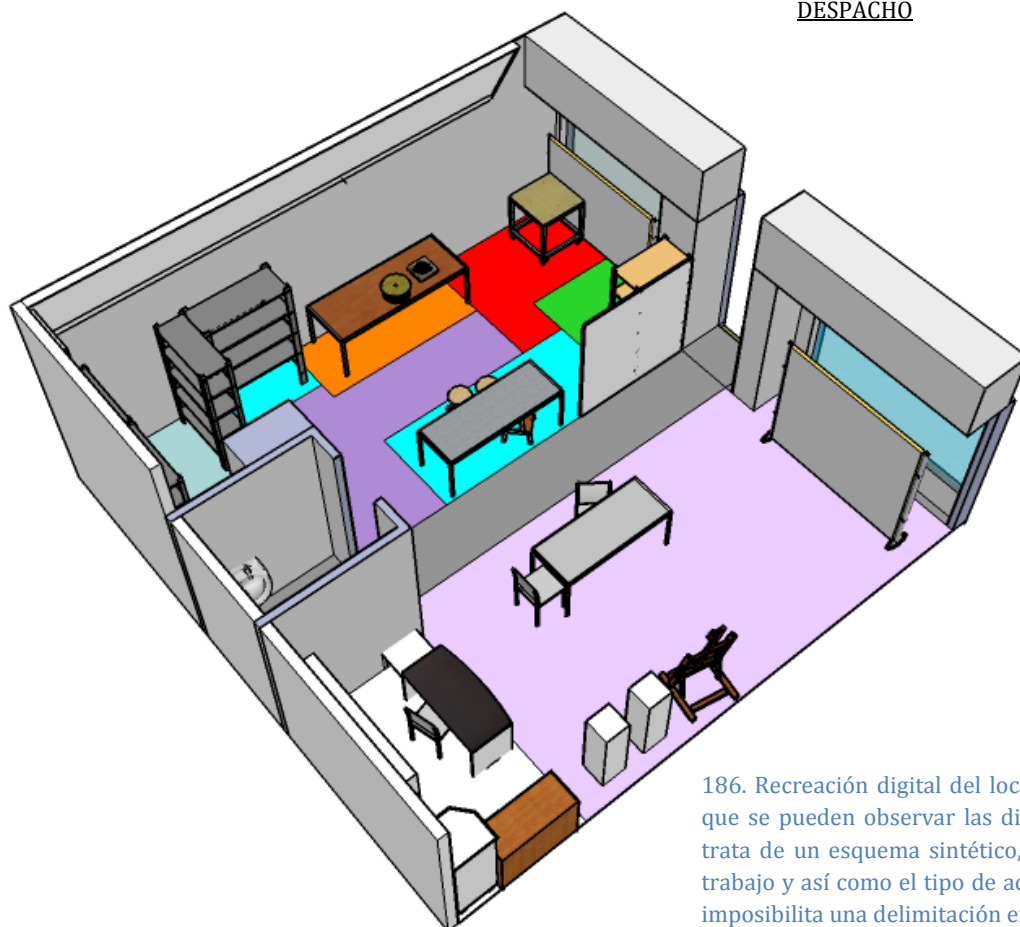
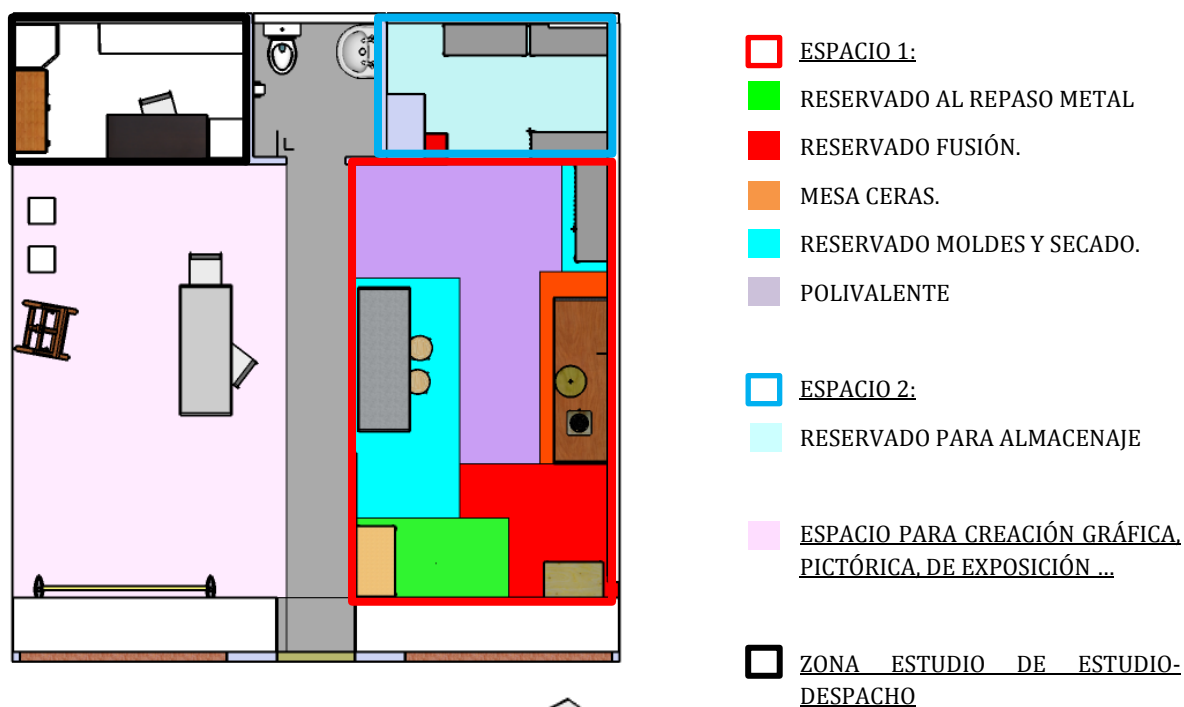
- ✓ Reservado para Almacenaje de equipos de trabajo, herramientas, moldes, materiales, ...

Zona 3:

- ✓ Espacio Polivalente para Creación Gráfica y de Exposición.

Zona 4:

- ✓ Zona de Estudio-Despacho.



186. Recreación digital del local Modelo de Estudio II en el que se pueden observar las diferentes zonas de trabajo. Se trata de un esquema sintético, la naturaleza del espacio de trabajo y así como el tipo de actividad que ejerce el escultor imposibilita una delimitación exhaustiva. En líneas generales estamos ante varias zonas polivalentes a las que se les ha asignado un uso pormenorizado para así adecuarse al perfil del proyecto.

6.2.3. Formato de las piezas a fundir.

- ✓ Formato Pequeño. Hasta 25 cm en su lado mayor.

187. Ejemplo de una de las piezas de pequeño formato fundida por el autor. Técnica: Fundición cera perdida. Microfusión con con Cáscara Cerámica y Crisol Incorporado. Material: Bronce. Medidas [La unidad]: 5,5cm (altura) x 1,5cm (anchura) x 1cm (profundidad).



6.2.4. Técnicas de fundición artística.

6.2.4.1. Fundición a la cera perdida.

- ✓ Microfusión con Cáscara Cerámica y Crisol Incorporado.
- Crisol Fusible.

6.2.4.2. Fundición a la arena.

- ✓ Arena en Verde.
- Arena Química (Silicato de sodio y CO₂)

6.2.5. Fuentes de energía con las que se puede contar.

- ✓ Gas Butano/Propano.
- ✓ Electricidad.

6.2.6. Los modelos de fundición.

6.2.6.1. *Modelos de fundición a la cera perdida.*

- ✓ Modelado directo en cera mientras esta mantiene un estado maleable.
- ✓ Construcción por placas de cera. Uso de moldes de escayola y silicona para conseguir placas y otros elementos de cera -texturadas o no- que amplíen las posibilidades plásticas en la construcción del modelo. Estos moldes pueden ser útiles para hacerse con una buena reserva de texturas para usarlas cuando nos convenga o directamente conservar las formas ya existentes de objetos del entorno que nos sea útil en nuestro trabajo escultórico.
- ✓ Modelo original positivado en cera mediante vaciado.

6.2.6.1.1. *Tipo de cera para la preparación de modelos.*

- ✓ Mezcla preparada por el escultor, con la combinación de tres ingredientes básicos: Cera Virgen, Parafina y Colofonia.

6.2.6.2. *MODELOS PARA FUNDICIÓN A LA ARENA.*

- Modelo rígido.

6.2.7. Equipamiento durante la realización de modelos de fundición.

6.2.7.1. *Durante la fases de trabajo con ceras.*

6.2.7.1.1. *Preparación de la cera y realización del modelo de fundición.*

- ✓ Hornillos Eléctricos.
- Hornillos a Gas.
- Soldador de estaño, o pirograbador, eléctrico.

Observaciones:

Recordemos que ambos son útiles para calentar los componentes de la cera de fundición y las herramientas con las que trabajar las piezas a fundir. Contar con dos puntos de fuego permite trabajar el modelo y calentar la cera simultáneamente.

6.2.7.2. *Durante el trabajo con modelos gasificables.*

- Hornillos Eléctricos.
- Hornillos a Gas.

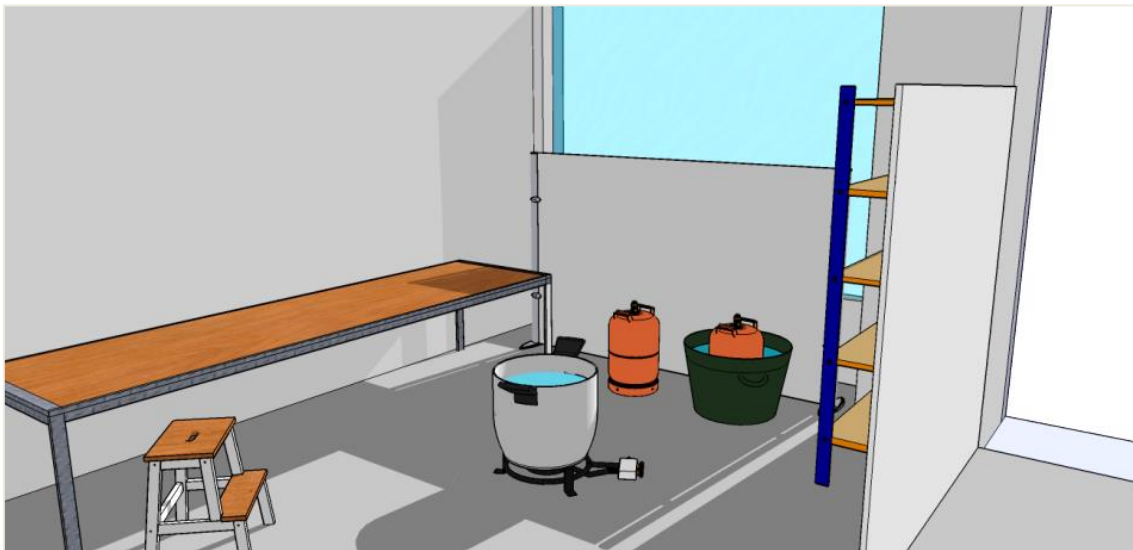
6.2.8. Horno para el descerado y sinterizado de moldes de cáscara cerámica.

- ✓ No es necesario un horno específico para solventar el descerado, solo se precisa una olla lo suficientemente grande como para contener los moldes de cáscara cerámica y un quemador u hornillo –rosco paellero-.

Observaciones

Como sabemos se trata del modelo de edificación más restrictivo ante un proceso de estas características. Creemos que por el momento y hasta que otro sistema de descerado, como el proceso de descerado por microondas no se encuentre entre los productos comerciales asequibles por el escultor, el descerado de moldes de cáscara cerámica por inmersión en agua hirviendo es el sistema más factible e inocuo de entre todos los que se han analizado en este proyecto.

Si bien este tipo de descerados se pueden llevar a cabo con todas las fuentes de energía de que dispongamos en el taller nosotros hemos usado el gas como combustible para calentar el agua en el que se sumergirán las cascara. Aunque no se descarta el uso de hornillos de resistencia eléctrica.



188. Recreación digital de la Zona 1 de trabajo, donde podemos ver la olla de agua donde se pueden realizar los descerados de cáscara cerámica por inmersión en agua hirviendo.



189. Descerado de una de las piezas de microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado en la Zona 1 del taller *Modelo de Estudio II*.

6.2.8.1. Quemador.

- ✓ Rosco-Paellero de gas.

6.2.9. Equipos para la fusión y colada del metal.

6.2.9.1. Con moldes de cáscara cerámica.

6.2.9.1.1. Horno para microfusión con crisol incorporado.

- ✓ A. Horno fabricado por los escultores con cemento refractario, arlita y manta cerámica –o arcilla refractaria-.
- B. Horno elevable sobre mesa de trabajo, fabricado por los escultores de manta cerámica y chapa metálica.

Observaciones:

En este caso, y teniendo en cuenta las posibilidades económicas en las que nos encontramos, se ha optado por la opción A -usar un horno de cemento refractario y manta cerámica de fabricación propia, alimentado con gas propano-. La intención es prescindir de la manta cerámica y sustituirla por un revestimiento cerámico apropiado. Sin embargo hemos de reconocer que la opción B no está del todo descartada ya que supone un ahorro de espacio ante la maniobrabilidad con ese tipo de hornos.

La electricidad es una fuente de energía muy conveniente para este tipo de espacios cerrados al ser más limpia y segura, por lo que no podemos descartar la adquisición de un horno eléctrico (horno cerámico de alta).

6.2.9.1.2. *Quemador.*

- ✓ Soplete de gas propano-butano para trabajos de tela asfáltica –Bocacha Grande- adquirido en los comercios de Bricolaje y Construcción.

6.2.10. Espacio para maniobrar durante el trabajo con los hornos.

6.2.10.1. *Ante el descerado y sinterizado de moldes de cáscara cerámica.*

- ✓ Un buen acceso a la olla de agua.
- ✓ Que se puedan retirar cómodamente los moldes una vez descerados y ser colocados en lugar seguro para que se enfríen apropiadamente.

6.2.10.2. *Ante un horno para fundición con microfusión con cáscara cerámica y crisol incorporado.*

6.2.10.2.1. *Microfusión con horno de cemento refractario, arlita y manta situado en el suelo.*

- ✓ Un buen acceso a la boca del horno.
- ✓ Contar con una superficie de suelo donde depositar la tapa cerca del horno.
- ✓ Que se puedan acceder cómodamente las piezas una vez fundido el metal, retirándolas extrayéndolas convenientemente del horno con un volteo adecuado.
- ✓ Contar con el espacio apropiado para depositar las piezas tras su colada.

6.2.10.2.2. *Microfusión con horno elevable de manta y chapa metálica sobre mesa de trabajo.*

- Espacio ante la mesa para operar con comodidad.
- Un buen acceso a la boca del horno.
- Que se puedan colocar las piezas bajo el horno sin dificultades.
- Espacio entre horno y el dispositivo existente para elevar el horno del que se disponga –contrapeso en sistema de poleas, mando del polipasto,...-
- Que el cuerpo del horno se deslice verticalmente con comodidad, sin encontrar obstáculo alguno.
- Que se puedan retirar cómodamente las piezas una vez fundido el metal, que exista espacio suficiente para voltear las cáscaras y ser colocadas en lugar seguro para que se enfríen apropiadamente.

6.2.11. Zonas de trabajo y mobiliario relevante durante algunas fases de trabajo en fundición artística.

6.2.11.1. *ZONA 1. Espacio polivalente para escultura / Reservado-Mesa de moldes / Reservado-Banco de trabajo para repaso de metal.*

La estancia estará dividida en dos espacios de trabajo –no físicamente-, un espacio para el trabajo de moldes –de todo tipo: escayolas, siliconas, resinas, etc- y otro espacio reservado al trabajo de ceras y demás materiales plásticos compatibles. En este sentido las mesas de trabajo son las piezas clave de la división de tareas. El espacio central de la estancia se comprende como zona de tránsito y a su vez como espacio polivalente si ha de recurrir a él porque un proyecto escultórico así lo demande.

6.2.11.1.1. *Mesa de ceras*

- ✓ 1 Mesa de trabajo estanca.
- ✓ 2 Banquetas de trabajo regulables.

6.2.11.1.2. *Para el trabajo con moldes de cáscara cerámica.*

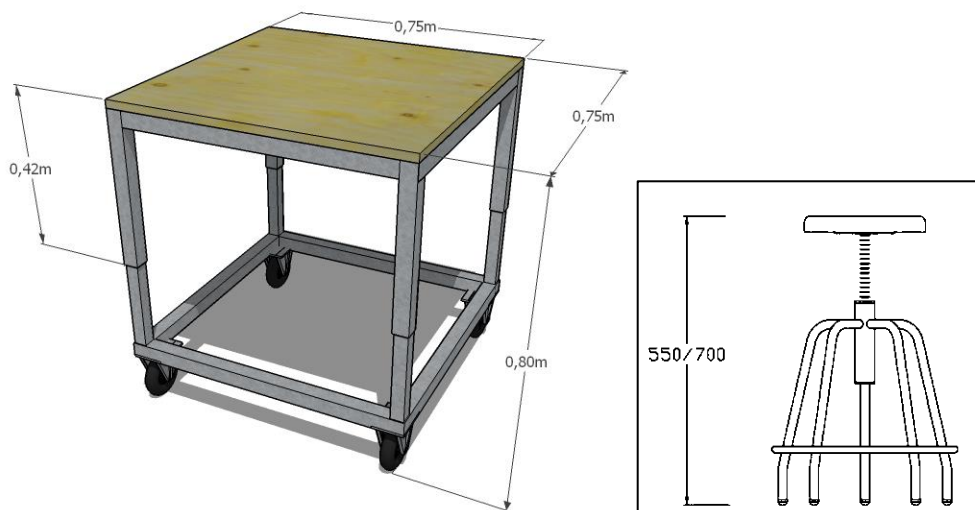
- ✓ 1 Mesa de trabajo estanca.
- ✓ Cajón compartimentado para dar los rebozados.
- ✓ 1 Taburete-escalera dos peldaños.
- ✓ 1 Estantería con ventiladores para secar moldes de cáscara.
- ✓ 1 Mesa de trabajo regulable en altura y con ruedas.

6.2.11.1.3. *Para el repaso de piezas en metal.*

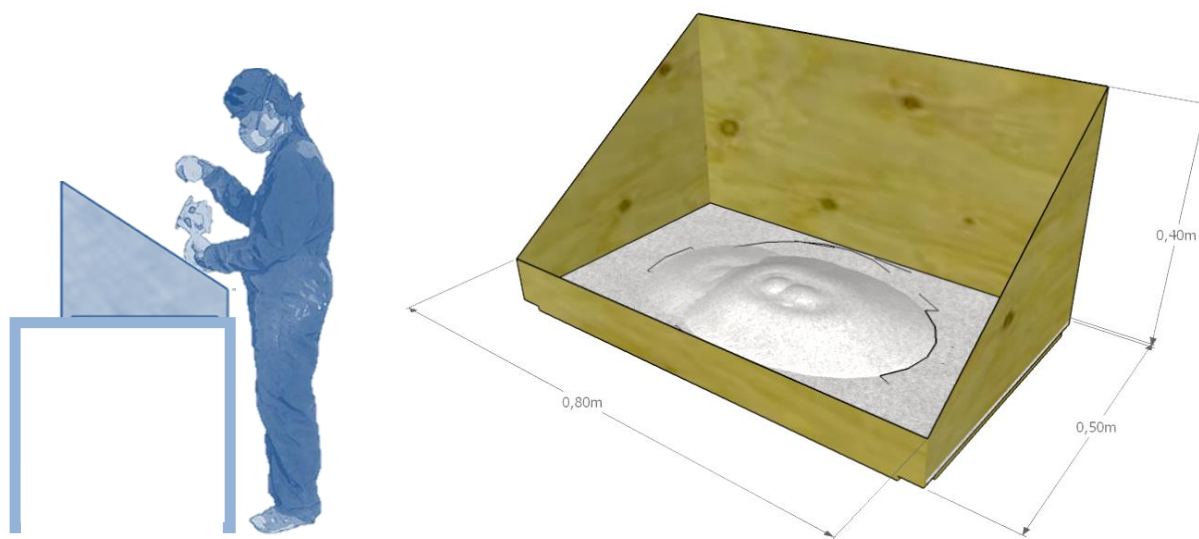
- ✓ 1 Estanterías.
- ✓ Banco de trabajo con tornillo.



190. Trabajando en el banco de madera con tornillo. Muy útil durante la eliminación de los moldes de cáscara cerámica



191. 192. Izquierda: Mesa regulable con ruedas. Derecha: Vista diédrica frontal de uno de los taburetes regulables.



193. Izquierda: Vista esquemática en perfil de la escultora aplicando una capa de cáscara cerámica a una pieza. Derecha: Recreación digital de la caja para aplicar los áridos donde indicando sus dimensiones.

6.2.11.2. ZONA 2. Opción A. almacén para los equipos de trabajo, materiales y herramientas.

- ✓ 3 Estanterías.
- ✓ 1 Reservado para almacenar planchas y listones de madera, poliuretano, cartón...

6.2.12. Tratamiento de gases y humos.

6.2.12.1. ZONA 1. Mesa de trabajo con ceras y espacio reservado a la fusión de metales.

6.2.12.1.1. Ventilación General.

✓

✓ Renovación de aire de 365 m³/h.

Observaciones:

Si nos atenemos al número de personas, se estima la presencia de 2 trabajadores con lo que el caudal de aire a renovar es de 60 m³/h y si tomamos como referencia la superficie del local (60.83 m²) sería de 182.5m³/h. Como el local va a estar destinado a un uso en el que se van a producir gases y vapores a altas temperaturas el caudal de aire mínimo a renovar según el RITE sería de 365m³/h.

6.2.12.1.2. Ventilación Localizada (OPCIÓN A).

- Cabina extractora que contiene el hornillo y los recipientes necesarios para la fusión y preparación de ceras.
- Campana extractora frontal de rejilla localizada en la zona donde se realizan los modelos en cera.
- Campana extractora localizada a cincuenta centímetros de altura sobre la vertical del horno de fundición.

Observaciones:

$$Q_{\text{cabina}} = V \times A = V \times W \times H = 0.7 \times 0.42 \times 0.37 = 0.10878 \text{ m}^3/\text{s} = 391.608 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{frontal}} = 0.75 \times V \times (10 \times X^2 + A) = 0.75 \times 0.7 \times (10 \times 0.4^2 + 0.25 \times 1) = 0.97125 \text{ m}^3/\text{s} = 3496.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{campana}} = 0.75 \times 1.4 \times P \times V \times H = 0.75 \times 1.4 \times 3.2 \times 0.7 \times 0.5 = 1.176 \text{ m}^3/\text{s} = 4233,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

IMPULSIÓN LOCAL CALLE HONDEROS						
TRAMO	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	Sección (Q/V) (m ²)	D' (m)	D (mm)
AB	1,0800	3888,00	10	0,1080	0,3708	400
BC=BD	0,2700	972,00	10	0,0270	0,1854	200
BE	0,5400	1944,00	10	0,0540	0,2622	280
EF=EG	0,2700	972,00	10	0,0270	0,1854	200

Tabla 113. Obtención del diámetro de los conductos necesarios para el circuito de impulsión de aire renovado dentro del taller. Cálculos realizados por el arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas.

LOCAL						
TRAMO	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	Sección (Q/V) (m ²)	D' (m)	D (mm)
AB (campana frontal)	0,9713	3496,50	10	0,0971	0,3517	315
CB (cabina)	0,1088	391,61	10	0,0109	0,1177	100
BE	1,0800	3888,11	10	0,1080	0,3708	355
DE (campana)	1,1760	4233,60	10	0,1176	0,3870	355
EI	1,1760	4233,60	10	0,1176	0,3870	355
FH=GH	0,0507	182,50	10	0,0051	0,0803	80
HI	0,1014	365,00	10	0,0101	0,1136	100
IJ	1,2774	4598,60	10	0,1277	0,4033	400

Tabla 114. Obtención del diámetro de los conductos necesarios para el circuito de ventilación. Cálculos realizados por el arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas.

PÉRDIDA DE CARGA (Pa)	
Conductos	168,12
Codos y uniones	42,03
Filtro	411,88
Difusores	40,00
Campana frontal	5,94
Cabina	4,78
Campana	5,22
Total:	672,75

Tabla 115. Cálculos de pérdida realizados por el arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas



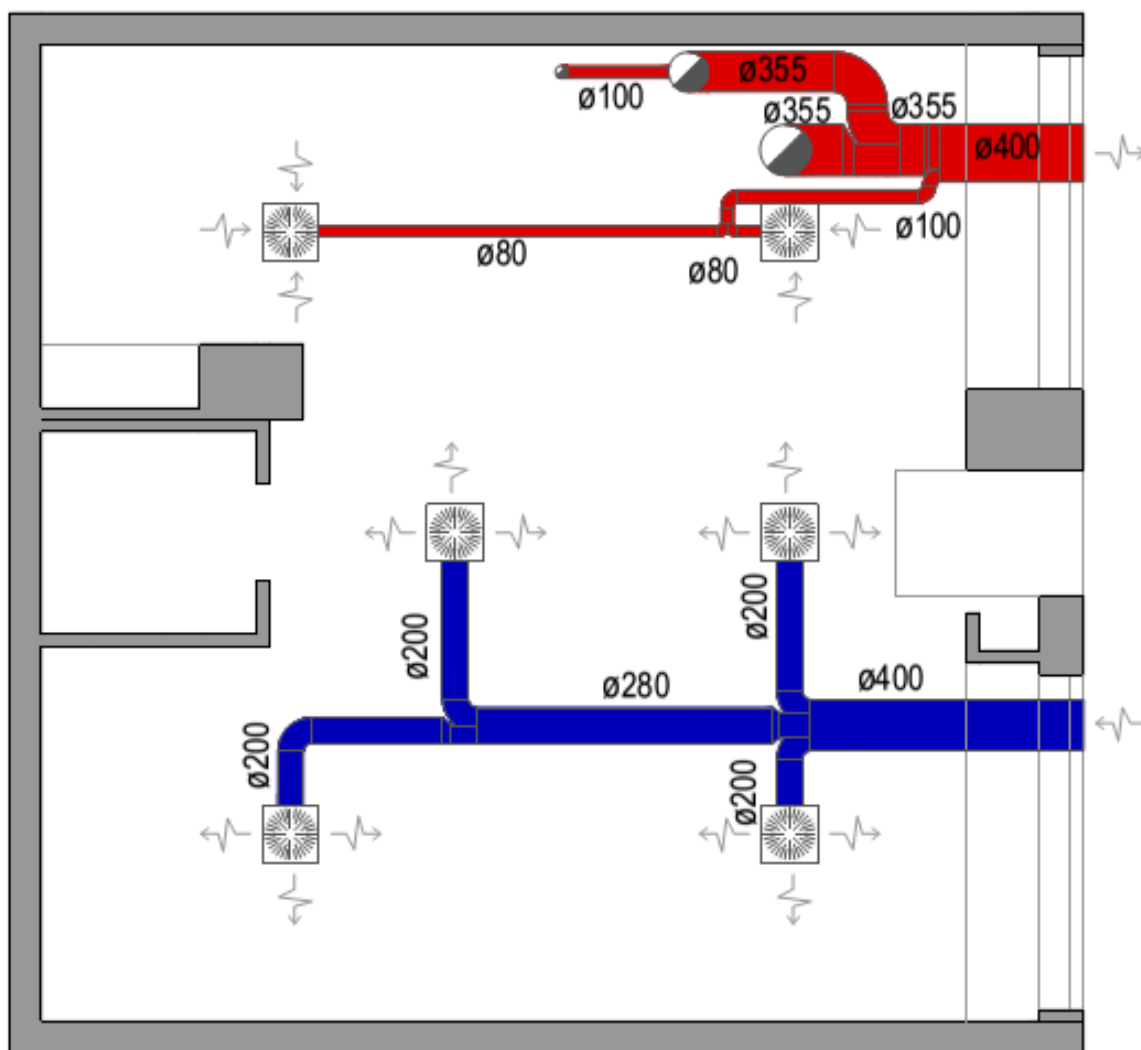
194. Extractor BSM 600 230V, 8000m³/h

Como se observa en las tablas de cálculo el caudal que debe expulsar el extractor es de 6009.8 m³/h, teniendo que vencer una pérdida de caudal de 672.75 Pa.

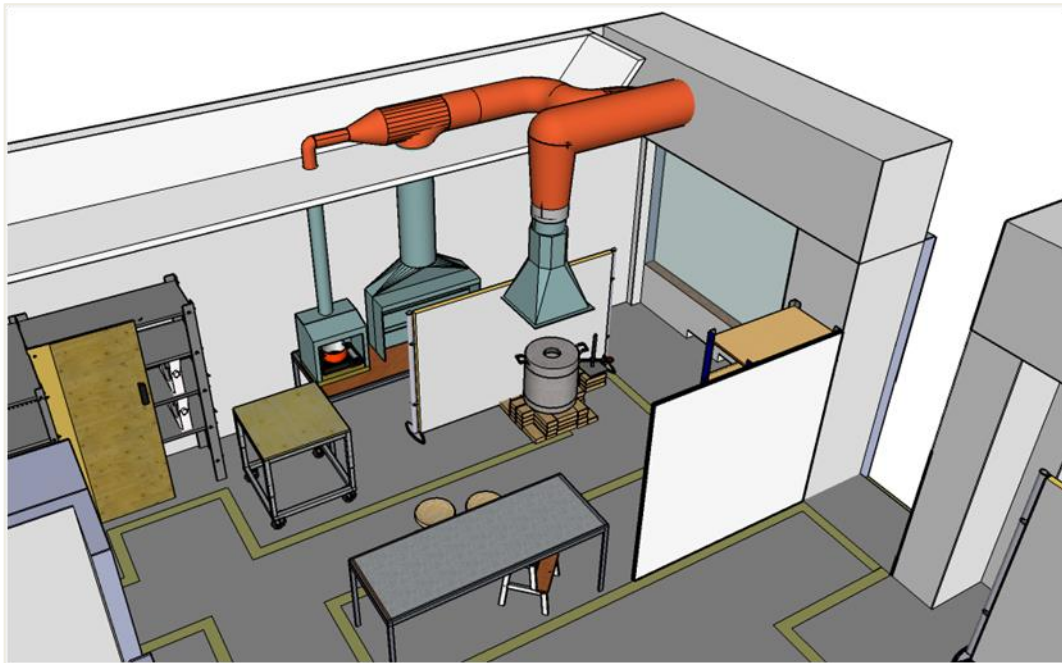
El sistema de extracción localizada cuenta con un extractor BSM 600 de Optim 230 V, cuyo caudal de 8000 m³/h supera lo estimado para sus funciones.

En materia de filtro el circuito de extracción localizada contará con:

- Prefiltro de carbón activo con malla de metal (cocina industrial)
- Filtros planos de alta eficacia de microfibra de vidrio hidrorrepelente a medida. SERVIMINI 48/97.
- Filtro de extracción de humos de soldadura Metcal, FM-BVX.



195. Arriba: Recreación digital de la extracción localizada (Opción A) a instalar en el espacio *Modelo de Estudio II*. Abajo: Vista en planta del local. Azul: circuito de renovación de aire, Rojo: Extracción localizada, evacuación de humos y gases al exterior (Opción A).



196. Recreación digital de la extracción localizada (Opción A) a instalar en el espacio Modelo de Estudio II.

6.2.12.1.3. Ventilación Localizada (OPCIÓN B).

- Cabina extractora que contiene el hornillo y los recipientes necesarios para la fusión y preparación de ceras.
- Campana extractora frontal de rejilla localizada en la zona donde se realizan los modelos en cera.
- Campana extractora localizada a cincuenta centímetros de altura sobre la vertical del horno de fundición.

Observaciones:

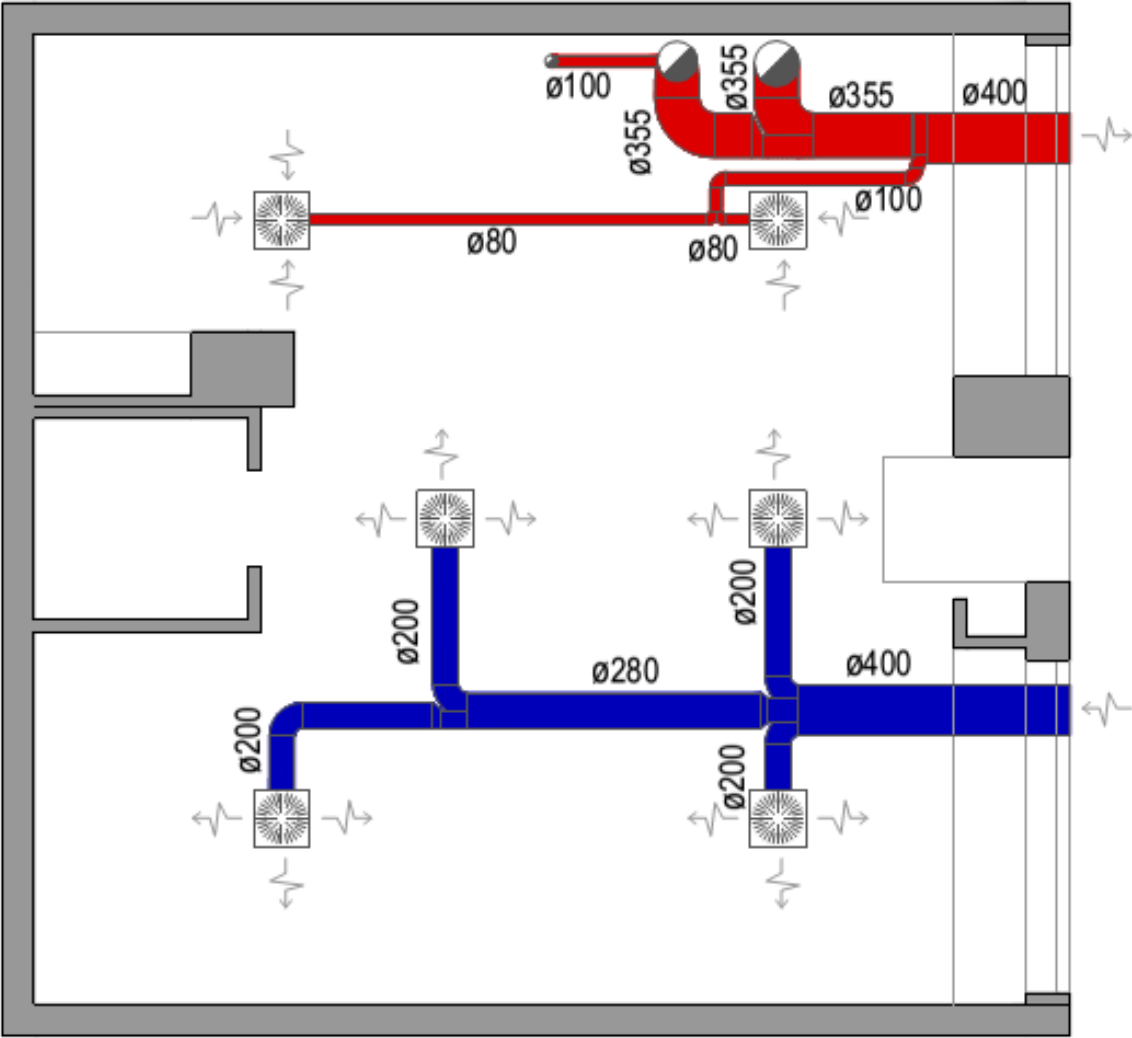
$$Q_{\text{cabina}} = V \times A = V \times W \times H = 0.7 \times 0.42 \times 0.37 = 0.10878 \text{ m}^3/\text{s} = 391.608 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{frontal}} = 0.75 \times V \times (10 \times X^2 + A) = 0.75 \times 0.7 \times (10 \times 0.4^2 + 0.25 \times 1) = 0.97125 \text{ m}^3/\text{s} = 3496.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{campana}} = 0.75 \times 1.4 \times P \times V \times H = 0.75 \times 1.4 \times 3.2 \times 0.7 \times 0.5 = 1.176 \text{ m}^3/\text{s} = 4233,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

LOCAL CALLE HONDEROS						
TRAMO	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	Sección (Q/V) (m ²)	D' (m)	D (mm)
AB (campana frontal)	0,9713	3496,50	10	0,0971	0,3517	315
CB (cabina)	0,1088	391,61	10	0,0109	0,1177	100
BE	1,0800	3888,11	10	0,1080	0,3708	355
DE (campana)	1,1760	4233,60	10	0,1176	0,3870	355
EI	1,1760	4233,60	10	0,1176	0,3870	355
FH=GH	0,0507	182,50	10	0,0051	0,0803	80
HI	0,1014	365,00	10	0,0101	0,1136	100
IJ	1,2774	4598,60	10	0,1277	0,4033	400

Tabla 116. Obtención del diámetro de los conductos necesarios para el circuito de extracción en esta Opción B. Cálculos realizados por el arquitecto D. Ignacio A. Paz Arribas.



197. Vista en planta de la Edificación 1. Azul: Ventilación General, inducción de aire renovado dentro del taller, Rojo: Extracción localizada, evacuación de humos y gases al exterior (Opción B).



198. Recreación digital de la extracción localizada (Opción B) a instalar en el espacio Modelo de Estudio II.

6.2.12.1.4. Ventilación localizada y dilución del aire caliente por ventilación general (OPCIÓN C).

- ✓ Cabina extractora que contiene el hornillo y los recipientes necesarios para la fusión y preparación de ceras.
- ✓ Campana extractora frontal de rejilla localizada en la zona donde se realizan los modelos en cera.
- ✓ Ventilación general para captar las emisiones de humo y calor durante la fusión.

Observaciones:

A la vista de la cantidad de humo prevista en la zona de producción se aconseja practicar entre 20 y 30¹⁸² renovaciones/hora del volumen de la zona de producción. Descontando la zona de aseo, el local consta de una superficie de 56.11 m² por lo que el caudal será de:

A. $Q = V \times \text{N}^\circ \text{ de renovaciones/hora} = Q = (56.11 \times 2.65) \times 20 = 2973.83 \text{ m}^3/\text{h}$

B. $Q = V \times \text{N}^\circ \text{ de renovaciones/hora} = Q = (56.11 \times 2.65) \times 30 = 4460.75 \text{ m}^3/\text{h}.$

Haciendo caso de los consejos del INSHT¹⁸³ se ubicaran los extractores cerca de los focos de contaminación, consiguiendo así un cierto efecto "extracción localizada" de ese foco, además

¹⁸² Manual práctico de ventilación Soler y Palau. Soler & Palau Sistemas de Ventilación, S.L.U. 2012, p.18.
En: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700502/moodle/file.php/76/2_Curso/0039._Configuracion_de_instalaciones_de_frio_y_climatizacion/Capitulo_II/sp_ventilacion_TOTAL.pdf

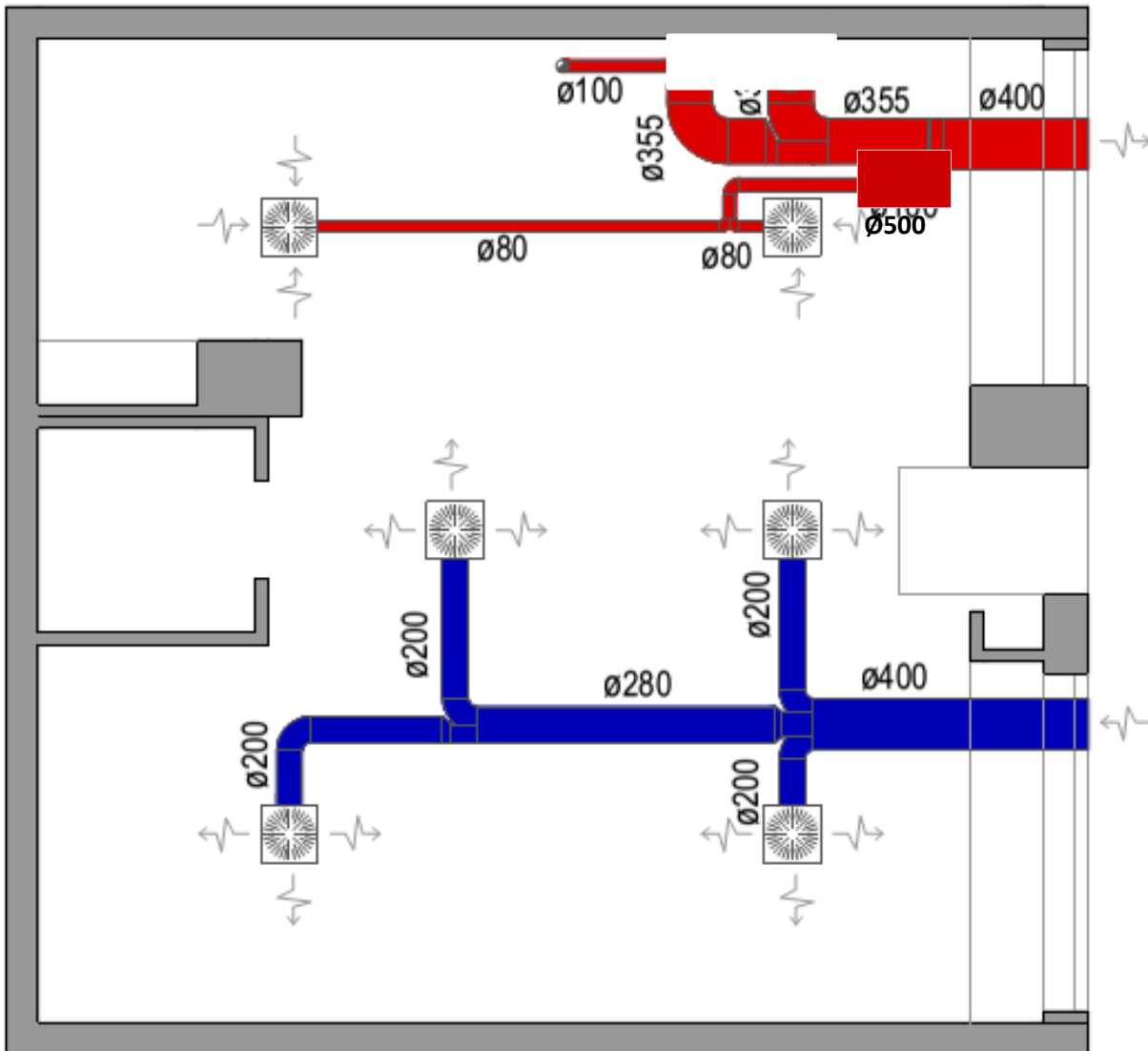
de evitar que el agente se disperse totalmente dentro del local. Para ello se situará oculto en el falso techo o falsa pared varios puntos de extracción que estarán próximos al ámbito del local en el que se van a llevar a cabo las tareas de fundición. La red general de ventilación situada cerca de zona donde se lleva a cabo la actividad para que aire introducido en el taller desde el exterior para compense las temperaturas y que ésta no sea muy elevada antes de la salida al exterior.

En cuanto a las entradas, se procurará que arrastren el aire limpio a las zonas más contaminadas, creando un cierto efecto "ventilación por desplazamiento".



199. Recreación digital de la extracción localizada (Opción C) a instalar en el espacio Modelo de Estudio II.

¹⁸³ CAVALLÉ OLLER, Núria y HERNÁNDEZ CALLEJA, Ana. *NTP 741: Ventilación general por dilución*. INSHT. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_741.pdf



200. Azul: Ventilación General, inducción de aire renovado dentro del taller, Rojo: Extracción localizada, evacuación de humos y gases al exterior (Opción C).

6.2.12.2. ZONA 1. Mesa de preparación de los moldes refractarios de cáscara cerámica.

Observaciones:

No se incluye un sistema de extracción localizada. La buena praxis del escultor y una correcta protección de las vías respiratorias pueden ser suficientes. También supone la solución más económica.

6.2.12.2.1. *Moldes de cáscara cerámica.*

- ✓ EPI. Mascarilla para partículas.

6.2.12.2.2. *Moldes de arena en verde.*

- ✓ EPI. Mascarilla para partículas.

6.2.12.3. *ZONA 1. Secado de moldes de cáscara cerámica.*

- ✓ Buen aislamiento de los moldes durante el proceso de secado, buscando aislar las partículas contaminantes durante el secado de moldes.
- ✓ Los ventiladores direccionan las partículas contaminantes presentes en la cáscara cerámica –como la fibra de vidrio si se ha incluido en los rebozados-, estas terminan acumulándose en zonas concretas del mueble de secado, que posteriormente pueden limpiarse. Se trata de controlar que este tipo de contaminantes no esté suspendido en el ambiente, que no se esparzan por otros espacios de trabajo donde el escultor termine por respirarlas.

6.2.13. Aislamiento térmico.



201. Recreación digital del aislamiento térmico dispuesto en torno al horno (Opción A) a instalar en el espacio *Modelo de Estudio II*.

6.2.13.1. ZONA 1: En caso de optar por los modelos A y B de ventilación y extracción de gases y humos:

- ✓ Paneles de aislamiento verticales trasladables.
- Paneles verticales fijos instalados en las paredes más afectadas por la radiación térmica.
- Paneles verticales flanqueando al horno de fusión.
- Paneles horizontales fijos instalados en el techo, sobre el foco de radiación.

6.2.13.2. ZONA1: En caso de optar por el modelo C de ventilación y extracción de gases y humos:

- ✓ Paneles de aislamiento verticales trasladables.
- Paneles horizontales (o inclinados para favorecer la captación de los gases y la radiación térmica) fijos-desmontables instalados en el techo, sobre el horno.



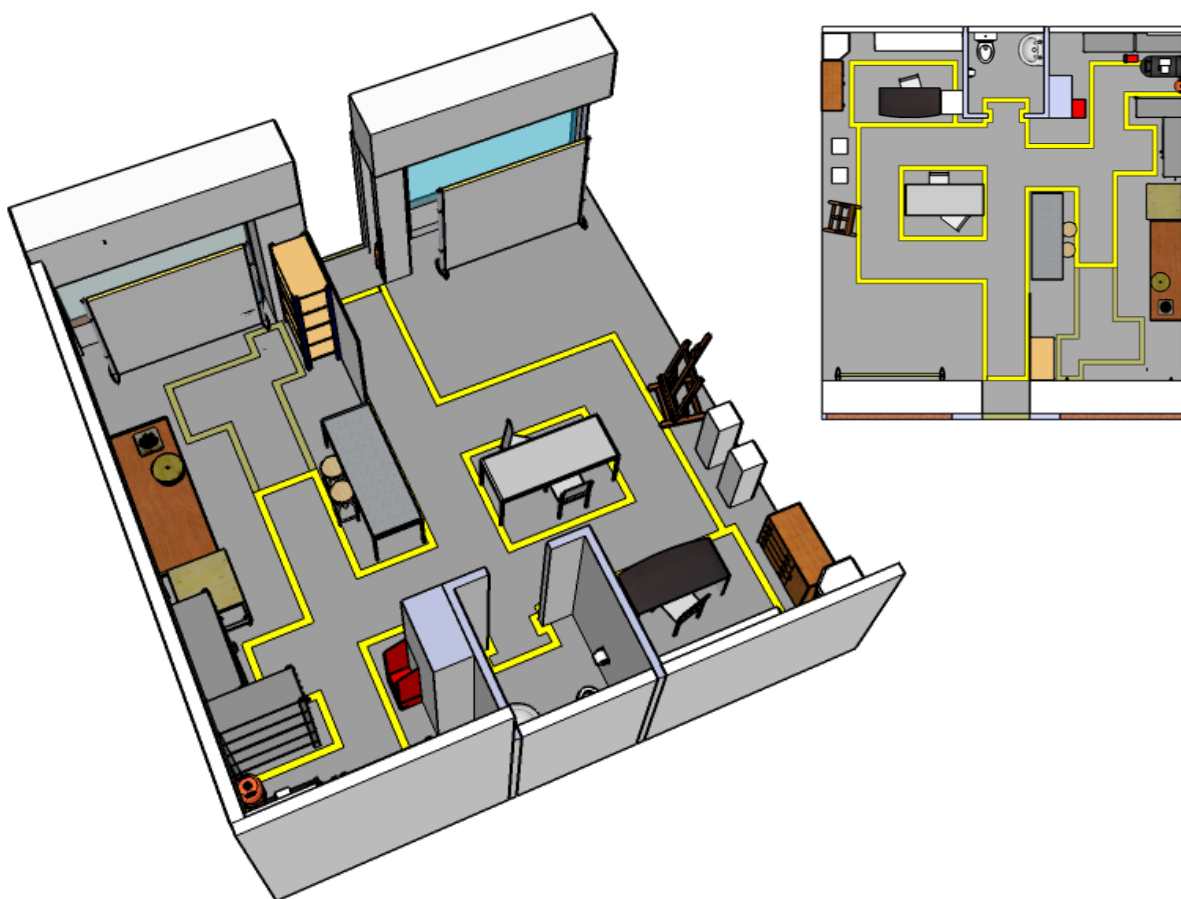
202. Recreación digital del aislamiento térmico dispuesto en torno al horno (Opción C) a instalar en el espacio *Modelo de Estudio II*.

6.2.14. Vías de circulación e iluminación.

6.2.14.1. Vías de circulación.

Las vías de circulación se adaptan a los diferentes elementos de trabajo –equipos, muebles, materiales,...-. En este modelo de taller las vías de tránsito pueden verse obstruidas temporalmente pues algunas actividades pueden precisarlo. Sin embargo, es necesario mantener siempre una vía de evacuación libre como medida preventiva para en caso de peligro poder salir del local a la mayor brevedad posible.

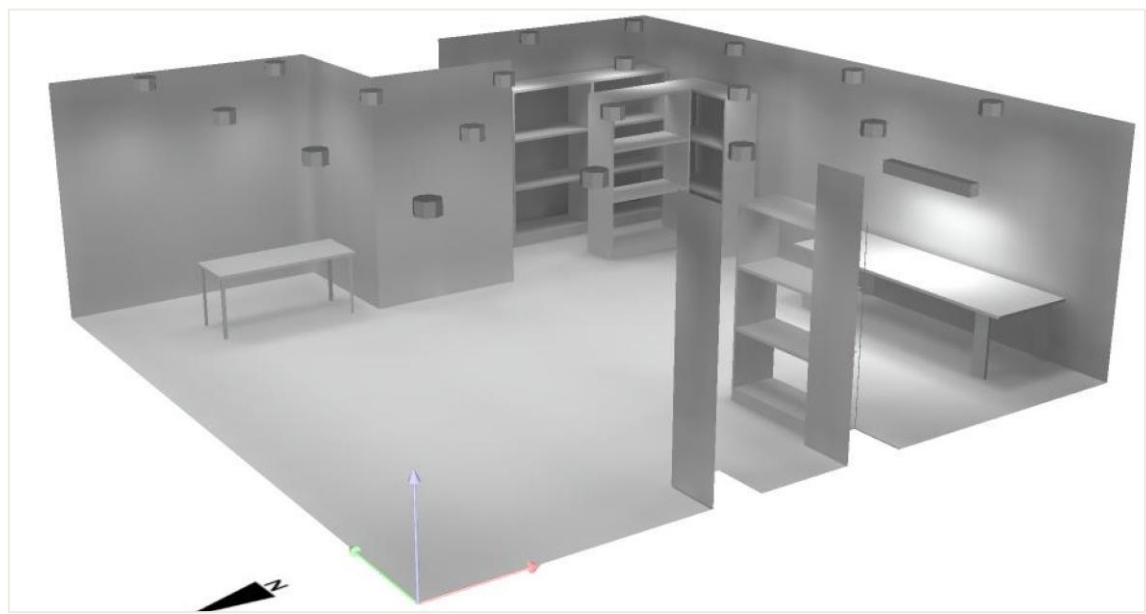
6.2.14.1.1. Visión general de las vías de tránsito en el interior del local:



203. En la imagen podemos ver una recreación digital –vista aérea y planta- de las vías de circulación previstas para el espacio de trabajo *Modelo de Estudio II*.

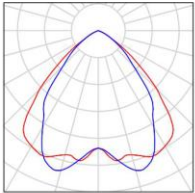
6.2.14.2. Iluminación.

6.2.14.2.1. Luminarias previstas para iluminar todo el local:

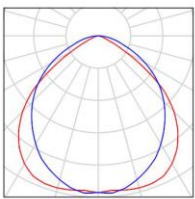


204. Recreación de las luminarias en todo el espacio *Modelo de Estudio II* con DIALux.

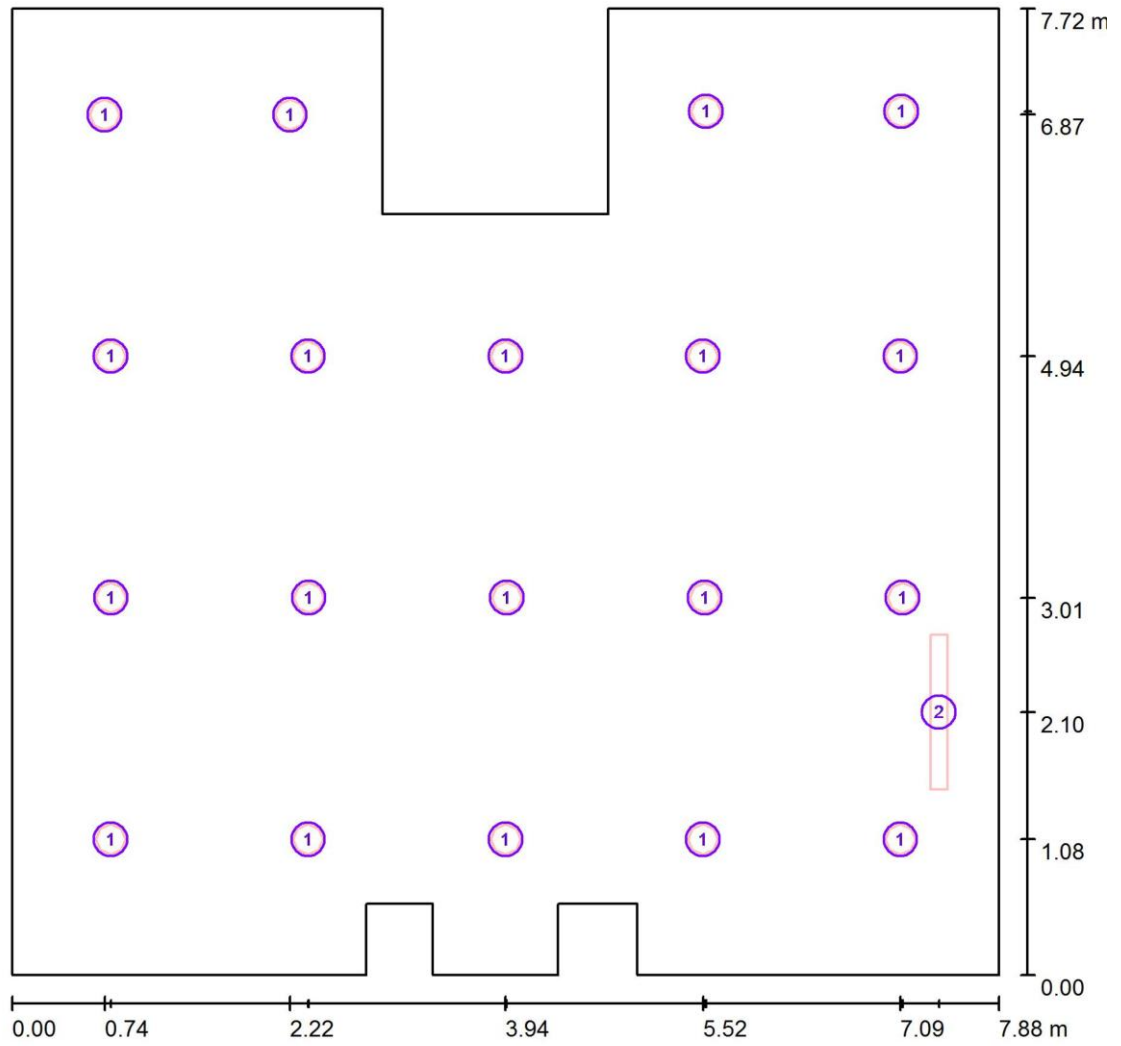
19 Pieza PHILIPS FBS120 1xPL-R/4P17W HF_840
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1238 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm
Potencia de las luminarias: 20.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 99
Lámpara: 1 x PL-R/4P17W/840 (Factor de corrección 1.000).



1 Pieza PHILIPS TTX188 361 2xTL-D36W HFE
+GMX188 M2_830
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3770 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6500 lm
Potencia de las luminarias: 0.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 57 89 98 100 58
Lámpara: 2 x TL-D36W/830 (Factor de corrección 1.000).



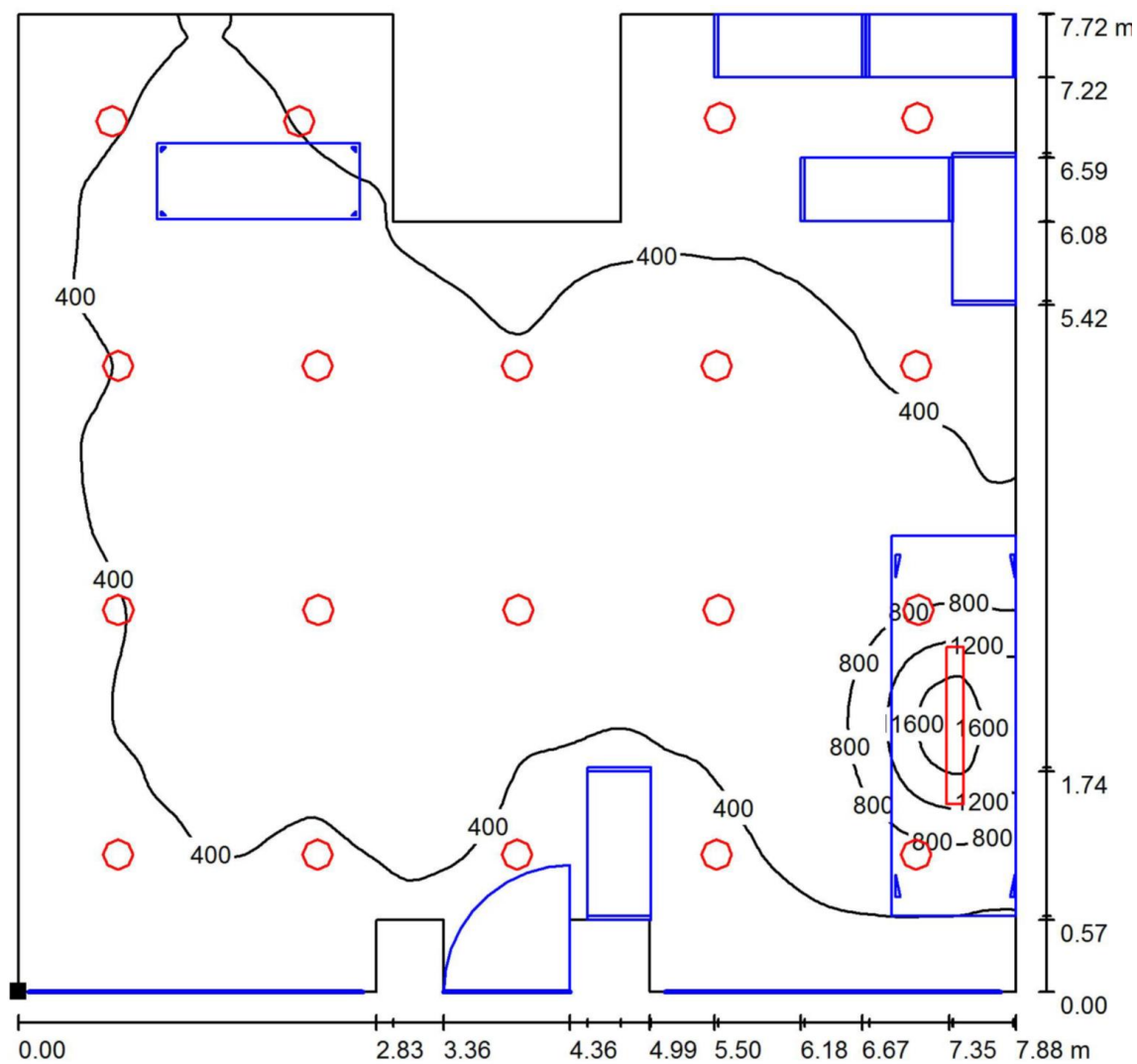
205. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver los dos tipos de luces seleccionados para el *Modelo de Estudio II*.



Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	19	PHILIPS FBS120 1xPL-R/4P17W HF_840
2	1	PHILIPS TTX188 361 2xTL-D36W HFE +GMX188 M2_830

206. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver la situación en planta de los diferentes puntos de luz en todo el espacio Modelo de Estudio II.



207. Fragmento del informe de luminarias generado en DIALux en el que podemos ver la emisión de lúmenes por todo el espacio *Modelo de Estudio II*.

6.2.15. Costes y proveedores¹⁸⁴.

Lista de los equipos, materiales, herramientas y demás medios básicos necesarios para poder ejercer la actividad:

✓ FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA: MICROFUSIÓN CON CRISOL INCORPORADO Y TÉCNICA DIRECTA CON CRISOL EXENTO	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
CAMPANA DE DESCERE POR CHOQUE TÉRMICO	
Campana de descere y su estructura (Fabricación propia: Perfiles de hierro, malla electro-soldada, manta refractaria, alambre de <i>ferralla</i> , poleas, contrapeso, cable de acero)	131,65€
Barreño grande de metal (75x28)	39,55€
QUEMADORES PARA LA CAMPANA DE DESCERE	
Dos Sopletes (Bocacha grande 70 Ø).	52,1€
Abrazaderas sin fin/unidad.	0,33€
Tubo para el gas	2,95€
Regulador de gas salida libre.	8,64€
HORNOS	
Horno autoconstruido fijo:	
Bidón de metal (Bidón 57x96cm ; 60x88cm)	14,95€
Mortero refractario (Saco de 27Kg de CAST 85)	53,57€
Arlita/Arcilla expandida -opcional- (saco de 5L)	3,25€
Barro chamotado -hasta 1280º- (Pella de 12,5kg)	9€
Horno/Arca autoconstruido temporal:	
Ladrillos refractarios (4x11x22cm) / 100 unidades.	75€
OTROS EQUIPAMIENTOS Y UTILLAJE DE FUNDICIÓN	
Pinzas para microfusión	5,95€

¹⁸⁴ Todos estos productos y precios facilitados en este apartado son orientativos, pueden variar de un proveedor a otro, si bien todos son reales y han sido cotejados durante la investigación bien mediante consulta a tienda o por haber sido adquiridos personalmente. Las tablas incluidas en aquí sólo son una selección, una lista más completa de productos y proveedores relacionados con nuestra materia puede consultarse en el Anexo III.

Crisol A8 (para 12,5Kg latón)	72.6€
Pinzas para crisol [Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5tornillos con sus tuercas]	5,3€
Maneral [Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas]]	5,7€
Varilla para retirar la escoria [Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)]	1,82€
HERRAMIENTAS, UTILLAJE Y OTROS EQUIPOS	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W (resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas	22€
Cazo	1,35€
Cacerola	4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Dos espuerta	2,25€
Moldes de bebederos, respiraderos y del crisol (Fabricación propia con escayola: saco de 25kg)	2€
Cuchillos (unidad)	0,75€
Espátulas	1€
Espátula-Palillo de modelar de metal (unidad)	9,35€
Pulverizador	1,95€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Palangana	0,9€
Cubo de metal	11,25€
Báscula hasta 5Kg	15,4€
Criba (23x30cm)	3€
Ventilador	19€
Ladrillos [Ladrillos huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Serrucho	3,95€
Martillo	4,5€
Amoladora	12,6€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€

Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Delantal de soldadura cuero	14,45€
Chaqueta soldador Standard	43,25€
Cuatro Mangas soldador cuero	26,24€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos Guantes soldadura	12,98€
Dos Guantes de trabajo	5,9€
<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
7 Kg Cera de abeja	118,57€
2 Kg Parafina	9,92€
Colofonia/Kg	6€
Goma laca / Kg (goma laca oscura en escamas)	11,01€
Alcohol 96° (bote de 250ml)	0,69€
Talco/Kg	5,02€
Grafito en polvo/Kg	4,72€
25 litros de Sílice coloidal	95€
25 kg, Moloquita -200 M	38,75€
25 kg Moloquita 16/30 M	38,75€
25 kg Moloquita 50/80 M	51,25€
Fibra de vidrio Mat300/m2	3,1€
Superglue /12gr	1€
Clavos	1,59€
Estopa/Esparto (rollo de 1Kg)	6,17€
Alambre de ferralla 5Kg (1,3mm)	2,59€

Alambre grueso /m	2€
Discos para amoladora:	
Disco de corte	1,04€
Disco de repaso	1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> : (set de 150) (esfera de 5mm aprox.)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
Arena de sílice (árido cuarzo pavim. 0,2-0,8mm / saco25Kg)	2,41€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	2165,125€

FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA: CRISOL FUSIBLE	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
CAMPANA DE DESCERE POR CHOQUE TÉRMICO	
Campana de descere y su estructura (Fabricación propia: Perfiles de hierro, malla electro-soldada, manta refractaria, alambre de <i>ferralla</i> , poleas, contrapeso, cable de acero)	131,65€
Barreño grande de metal (75x28)	39,55€
QUEMADORES PARA LA CAMPANA DE DESCERE	
Quemador Turbo Asistido (precio aprox.)	1000€
Abrazaderas sin fin/unidad.	0,33€
Tubo para el gas	2,95€
Regulador de gas salida libre.	8,64€
HORNOS	
<u>Horno autoconstruido fijo:</u>	
Chapa acero inoxidable (1000x1000x1mm)	56€
Malla electrosoldada /m2	2,82€
Manta cerámica [S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)]	81,16€
Elevador eléctrico/Polipasto	57,95€
HERRAMIENTAS, UTILLAJE Y OTROS EQUIPOS	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W (resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas	22€
Cazo	1,35€
Cacerola	4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Dos espuerta	2,25€
Moldes de bebederos, respiraderos y del crisol (Fabricación propia con escayola: saco de 25kg)	2€
Cuchillos (unidad)	0,75€
Espátulas	1€
Espátula-Palillo de modelar de metal (unidad)	9,35€
Pulverizador	1,95€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Palangana	0,9€
6Báscula hasta 5Kg	15,4€
Criba (23x30cm)	3€

Ventilador	19€
Ladrillos [huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Serrucho	3,95€
Martillo	4,5€
Amoladora	12,6€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€
Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Dos Delantales de soldadura cuero	28,9€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos pares Guantes soldadura	12,98€
Dos pares Guantes de trabajo	5,9€
<u>Protección de pies y piernas</u>	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
7 Kg Cera de abeja	118,57€
2 Kg Parafina	9,92€
Colofonia/Kg	6€

Goma laca / Kg (goma laca oscura en escamas)	11,01€
Alcohol 96° (bote de 250ml)	0,69€
Talco/Kg	5,02€
Grafito en polvo/Kg	4,72€
25 litros de Sílice coloidal	95€
25 kg, Moloquita -200 M	38,75€
25 kg Moloquita 16/30 M	38,75€
25 kg Moloquita 50/80 M	51,25€
Fibra de vidrio Mat300/m2	3,1€
Superglue /12gr	1€
Clavos	1,59€
Estopa/Esparto (rollo de 1Kg)	6,17 €
Alambre de ferralla 5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso /m	2€
Discos para amoladora: Disco de corte Disco de repaso	1,04€ 1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> : (set de 150) (esfera de 5mm aprox.)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
Chapas de cobre o de latón de 1mm x 2,5cm x 2,5 cm (Plancha de cobre de 1mm x 12,5cm x 16,5cm)	5,95€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	3006,585€

FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON MOLDES DE ARENA	
COMBUSTIBLE	
Butano (recarga de bombona de 12,5 Kg)	13,52€
Butano-Bombona azul <i>Camping-gas</i> (2,75 kg, con)	48,85€
Dos Propano (recarga de bombona 11 Kg)	23,8€
HORNO	
Horno autoconstruido fijo:	
4 m2 Malla electrosoldada	9,68€
100 Ladrillos refractarios (4x11x22cm)	75€
Manta cerámica [S 128/50 1260°C (3660x610x50mm)] (opcional)	81,16€
Barra de 6m Perfiles en ángulo 4cm (4mm grosor)	10,33€
Barra de 6m Pletinas 3cm (4mm grosor)	5,25€
Varillas roscadas 1cm	1€
OTROS EQUIPAMIENTOS Y UTILLAJE DE FUNDICIÓN	
Cubo de metal	11,25€
Arena de sílice saco25Kg (árido cuarzo pavim. 0,2-0,8mm)	2,41€
Crisol (crisol A20 para 30Kg latón)	169,4€
Pinzas para crisol [Fabricación propia con: Pletina de 3cm (2,80m)+Pletina de 2cm (1,71m)+5tornillos con sus tuercas]	5,3€
Maneral [Fabricación propia con: Pletina de 2cm (2,70m) + Perfil cuadrado de 2,5cm (0,60m)+ Perfil cuadrado de 2cm (1,96m)+4tornillos con sus tuercas]	5,7€
Varilla para retirar la escoria [Fabricación propia con: Cuadradillo de 1cm (1m) + Plancha (12,5 x 7,5cm)]	1,82€
QUEMADORES	
Soplete	26,55€
Tubo para el gas	2,95€
Abrazaderas sin fin /unidad	0,33€
Regulador de gas salida libre	8,64€
OTROS EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y UTILLAJE	
Hornillo Eléctrico <i>Hookah Flame</i> 1000W(resistencias vistas)	19,95€
Hornillo a Gas (fogón para bombonas Butsir o Camping)	22€
Cazos y cacerolas	1,35€ 4,5€
Brochas (juego de 4 brochas)	1€
Espátulas	1€
Espátulas-Palillos de modelar de metal/ud	9,35€
Báscula hasta 5Kg	15,4€
Palangana	0,9€
Criba (23x30cm)	3€
Ventilador	19€

Ladrillos [Ladrillos huecos (tochanas) 24x16x12cm; 24x25x9cm]	0,3€
Martillo	4,5€
Dos Espuertas	4,5€
Taladro	21,95€
Varilla mezcladora	2,75€
Tablas de madera para encofrados /m2	6,9€
Pala	10,95€
Amoladora	12,6€
Cepillos de alambre de acero para taladro (set de 3)	2,45€
Cepillo de alambre de acero	3,6€
Miniherramienta / <i>Dremel</i>	19,95€
Maza/Maceta/Martillo	3,4€
Cinceles	2,55€
Compresor	69€
EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO	
Extractor (BSM ø500 axial ventilador de 5500 m ³ /h)	124,9€
Tubo aislado térmico 5m (102mm)	24,95€
Tubo aislado térmico 5m (203mm)	14,875€
4 Paneles Lana de roca (135x60x4cm)	15,2€
2 Paneles aislamiento acústico (2000x1000x40mm)	31,9€
EPI	
<u>Protección visual y facial</u>	
Dos Gafas de protección	3,6€
Dos Viseras de protección	12,41€ 9,95€
<u>Protección auditiva</u>	
Dos Auriculares de protección	11,9€
<u>Protección de las vías respiratorias</u>	
Mascarilla FFP3(2unidades)	4,95€
Dos Máscara respiratoria (mascarilla 952 2F)	23,16€
Filtros para gases (4 unidad)	21,92€
<u>Ropa y trajes de protección</u>	
Dos Monos de trabajo	29,9€
Delantal de soldadura cuero	14,45€
Chaqueta soldador Standard	43,25€
Cuatro Mangas soldador cuero	26,24€
<u>Protección de manos y brazos</u>	
Dos pares Guantes de nitrilo	5,9€
Dos Guantes soldadura	12,98€
Dos Guantes de trabajo	5,9€

Protección de pies y piernas	
Dos pares Zapatos o botas de seguridad	34€
MATERIALES FUNGIBLES	
Poliestireno extruido /m2	2,87€
Poliestireno expandido /m2	1,42€
Talco/Kg	5,02€
Grafito en polvo / Kg	4,72€
Fibra de vidrio Mat300/m2	3,1€
Manta cerámica (S 128/50 1260°C (3660x610x50mm))	81,16€
Tablas de madera /m2 (tablero marino contrachapados fenólico de 250x122x1 cm)	17,37€
Clavos	1,59€
50 kg Arena Petrobond	50€
Malla metálica/m2	1,41€
Alambre de ferralla /5Kg (1,3mm)	2,59€
Alambre grueso/m	2€
Discos para amoladora:	
Disco de corte	1,04€
Disco de repaso	1,85€
Accesorios para Miniherramienta/ <i>Dremel</i> (Set de 150) (Esfera de 5mm aprox)	39,95€ 4€
Lijas (pliegos A4 lija metal; granos 40, 60, 100, 320)	0,4€
METAL	
50 kg Bronce (bronce marrón en barras redondas de 15x3300mm)	447,5€
TOTAL DE LA INVERSIÓN BÁSICA EN FUNDICIÓN ARTÍSTICA CON CÁSCARA CERÁMICA.	1882,765€

01. SEGURIDAD: Prevención de Riesgos ante la fundición artística.

A continuación incluimos aquellas tablas referentes a la prevención de riesgos en fundición artística que son información necesaria ante las actividades integradas en el taller modelo de estudio I:

REALIZACIÓN DE MODELO Y ÁRBOL DE COLADA		
MODELO OBTENIDO MEDIANTE EL TRABAJO DIRECTO EN CERA.		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles al trabajar con cera.	Poner al fuego únicamente la parte de la herramienta con la que vamos a trabajar, no dejar los útiles demasiado tiempo en el fuego, tener presente en todo momento la posición de cada mano (especialmente al soldar).	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por el contacto directo con la cera caliente.	Mantener las manos húmedas, estar pendiente de la cera que está al fuego (no dejar que hierva...), tener presente en todo momento la posición de cada mano (especialmente al soldar).	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto directo con llamas procedentes de hornillos, mecheros,...	Estar pendiente en todo momento de los hornillos en uso.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Mareos, náuseas, afecciones cutáneas... debido inhalación de gases por combustión de la cera.	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	LEVE
Inhalación de gases por combustión de colofonia - emisiones cancerígenas-	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Fuegos provocados por la combustión de la cera	Estar pendiente de la cera que está al fuego (no dejar que hierva...), no poner al fuego útiles muy cargados de cera, tener a mano trapos húmedos.	LEVE
Explosiones de gas debido al uso de hornillos de gas,...	Revisión previa de los equipos a utilizar (bombonas...), estar pendiente en todo momento de los hornillos en uso (especialmente cuando se está calentando cera), cerciorar tras su uso que las llaves están cerradas, reemplazar equipos en mal estado	LEVE
MODELO OBTENIDO MEDIANTE TÉCNICAS DE MOLDEO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas, problemas pulmonares... por el empleo de resinas de	Ventilación; extracción localizada; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	PELIGROSO

poliéster, disolventes, etc.		
Quemaduras provocadas por diferentes productos resinas de poliéster, disolventes, tixotrópicos...	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
Problemas pulmonares, irritaciones cutáneas... derivados de la manipulación de sustancias peligrosas como el gel de sílice...	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	PELIGROSO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Cortes, irritaciones cutáneas, problemas pulmonares... por materiales como la fibra de vidrio, ...	Ventilación; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
MODELO ELABORADO EN MATERIALES GASIFICABLES		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras provocadas por los diferentes útiles de trabajo: espátulas, palillos de metal...	Poner al fuego únicamente la parte de la herramienta con la que vamos a trabajar, no dejar los útiles demasiado tiempo en el fuego, tener presente en todo momento la posición de cada mano.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras provocadas por diferentes útiles de trabajo: resistencias eléctricas.	Tener presente en todo momento la posición de cada mano, desconectar el equipo una vez utilizado.	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases propios de la combustión de los gasificables.	Ventilación; extracción localizada; protección visual / facial y de vías respiratorias; mantener una distancia prudencial entre las vías respiratorias y el trabajo que realizamos.	BAJA PELIGROSIDAD
Mareos, náuseas,... por la inhalación de gases provenientes de los adhesivos utilizados.	Ventilación; extracción localizada; protección visual / facial y de vías respiratorias; mantener una distancia prudencial entre las vías respiratorias y el trabajo que realizamos.	LEVE
Cortes, pinchazos,... en el manejo de herramientas manuales y útiles para fijación de materiales.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados, utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de trabajo o tarea.	LEVE
Mareos, náuseas, irritaciones cutáneas,... por la manipulación de disolventes y otros productos químicos.	Ventilación; guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados.	LEVE

Tabla 117.

REALIZACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO		
MOLDEO CON CASCARILLA CERÁMICA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de polvo de moloquita, alúmina, grafito ...	Protección de vías respiratorias, manipular los productos de manera ordenada, mantener una distancia prudencial entre el producto y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de sílice originada por derrames accidentales en la	Limpiar en húmedo los derrames (no esperar a que seque)	BAJA PELIGROSIDAD

aplicación de baños.		
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes y calzado de protección, ropa adecuada.	LEVE
Inhalación, irritaciones por contacto directo con materiales térmicos como manta cerámica o fibra de vidrio.	Guantes, gafas o pantalla y mascarilla de protección; ropa y calzado apropiados, mantener una distancia prudencial entre el material y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Salpicaduras, irritaciones cutáneas,... por contacto directo con materiales como alcohol, <i>papilla</i> cerámica, sílice coloidal ...	Guantes y gafas o pantalla de protección, ropa y calzado apropiados.	BAJA PELIGROSIDAD
MOLDEO A LA ARENA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas durante la preparación de los moldes de arena.	Ventilación, extracción localizada, protección de vías respiratorias, manipular los productos de manera ordenada, mantener una distancia prudencial entre los productos y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 118.

DESCERADO/ COCCIÓN/ SINTERIZADO DEL MOLDE REFRACTARIO		
DESCERADO POR INMERSIÓN EN AGUA HIRVIENDO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras causadas por salpicaduras o derrames de agua hirviendo.	Guantes de protección, ropa adecuada.	PELIGROSO
Quemaduras debido a la manipulación de los moldes tras su descerado en agua hirviendo.	Guantes de protección, ropa adecuada.	LEVE
Quemaduras debido a la manipulación de los moldes tras su descerado en agua hirviendo.	Guantes de protección, ropa adecuada.	LEVE
Explosiones por el uso de combustibles durante el descerado y sinterizado de los moldes.	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	PELIGROSO
Exposición a altas temperaturas 100°C	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso. Hidratarse.	LEVE

Tabla 119.

FUSIÓN DEL METAL Y COLADA		
FUSIÓN Y COLADA DE METAL CON CRISOL INCORPORADO		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Quemaduras al contacto con superficies calientes en la fusión del metal.	Guantes, ropa y calzado de protección, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal fundido.	Guantes, ropa y calzado de protección. Precaución en la manipulación del crisol y en la colada.	BAJA PELIGROSIDAD
Incendios producidos por el vertido de metal fundido.	Precaución en la manipulación de la pieza durante la colada, tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Vertidos de metal fundido en la manipulación de crisoles durante la colada.	Precaución en la manipulación del crisol y en la colada. Tener a mano un recipiente con arena.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a altas temperaturas.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a radiaciones propias de la fusión de metales.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de gases propios del proceso de fusión del metal.	Ventilación, extracción localizada, mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Mantener una distancia de seguridad durante el proceso.	LEVE
Explosiones	Revisión previa de los equipos a utilizar, seguimiento del proceso para detectar posibles anomalías.	BAJA PELIGROSIDAD

Tabla 120.

ELIMINACIÓN DEL MOLDE REFRACTARIO		
MOLDES DE CÁSCARA CERÁMICA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Inhalación de polvo de moloquita/alúmina	Ventilación, protección respiratoria, mantener una distancia prudencial entre la pieza y nuestras vías respiratorias.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de cáscara	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	LEVE
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Proyección de partículas en el	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de	BAJA

manejo de herramientas mecánicas.	protección.	PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	LEVE
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE
MOLDES DE ARENA		
RIESGO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	NIVEL RIESGO
Cortes o contusiones causados por los diferentes útiles manuales de trabajo.	Guantes de protección, ropa y calzado apropiados.	LEVE
Lesiones provocadas por el transporte y la manipulación de los moldes de arena.	Guantes y calzado de protección, faja, educación postural, ayudas externas.	BAJA PELIGROSIDAD
Quemaduras debido a la manipulación del molde de arena tras la colada.	Guantes de protección, ropa adecuada, dejar enfriar el molde.	BAJA PELIGROSIDAD
Lesiones provocadas durante la manipulación de las piezas	Guantes de protección, ropa y calzado adecuados, faja.	BAJA PELIGROSIDAD
Inhalación de partículas del molde	Ventilación, extracción localizada, protección respiratoria.	BAJA PELIGROSIDAD
Cortes, contusiones, accidentes eléctricos,... debido al manejo de equipos y herramientas mecánicas.	Guantes, ropa y calzado de protección, usar el equipo o la herramienta adecuado para cada tipo de trabajo o tarea, no descuidar la posición de la herramienta ni su distancia del cuerpo, revisión constante de los accesorios fungibles (discos de corte...), mantener la zona de trabajo libre de objetos innecesarios.	PELIGROSO
Quemaduras al contacto con metal caliente	Guantes, ropa y calzado de protección, dejar enfriar la pieza, no tocar la zona que se acaba de trabajar.	BAJA PELIGROSIDAD
Irritaciones, quemaduras,... provocadas por la dispersión de partículas de metal.	Guantes, gafas o pantalla, ropa y calzado de protección; no descuidar la posición de la herramienta.	BAJA PELIGROSIDAD
Exposición a ruidos.	Protección auditiva.	LEVE

Tabla 121.

CONCLUSIONES

Esta tesis surge de la carencia que hemos detectado en torno a la inexistencia de reflexiones teóricas dirigidas específicamente a estudiar el espacio de trabajo de los escultores, lo más objetivamente posible y con la intención de generar un campo de investigación en torno a este tipo de lugares. El taller se encuentra definido por una realidad física, histórica y por un importante contenido imaginario, o dicho de otra forma, en él concluyen las determinaciones físicas, perdurables en el tiempo, y los objetivos preestablecidos en la memoria del escultor. Con el análisis teórico llevado a cabo en la primera parte de la tesis, en cierta forma, cubrimos esta laguna documental en torno al taller como espacio habitado e inscrito en un contexto social y cultural determinado. Si bien, es difícil dar una definición precisa, hemos tratado de aproximarnos a su comprensión de una manera sencilla y clara. Y lo hicimos sin dejar de vincularlo con la fundición artística.

Quienes se acercaron al taller de escultor desde una perspectiva externa y dejaron por escrito su experiencia, son conscientes de la fuerte conexión que existe entre este espacio y su habitante. Lo que trae consigo algunas consecuencias, como que la carga estereotipada del artista –nutrida del mito, la anécdota o la leyenda- termina por impregnar el lugar y lo aleja del análisis objetivo. Precisamente las fuentes cinematográficas reflejan la visión que del artista y su taller posee una gran masa de observadores, vinculadas o no con la creación escultórica. Como conclusión sobrevenida y un poco anecdótica, por otro lado, hemos de mencionar que el número de producciones cinematográficas relacionadas con la vida y el espacio de trabajo de los escultores es bastante reducido, los pintores en este sentido están mejor representados, lo que nos motiva para seguir recabando información y ampliar nuestro material sobre este tema.

De tal forma, nos propusimos demostrar que el espacio de trabajo, dentro o entorno al taller de escultor, vinculado a la fundición artística no ha sufrido cambios drásticos a lo largo de su historia, del mismo modo que es evidente que no los ha sufrido la fundición como técnica. Para ello, trazamos una panorámica general escogiendo distintos momentos de la historia de la fundición artística en los que se evidencia su conexión física con el espacio arquitectónico en el que se ejerce. Siempre manteniendo al taller dedicado a la producción artístico-artesanal como principal foco conductor del análisis historicista. Varias publicaciones consultadas durante la investigación manifiestan un enfoque muy distinto al nuestro, por lo que tuvimos que hacer un esfuerzo por seleccionar y destacar cuanto estuviese vinculado a nuestro campo de trabajo. De esta forma pudimos comprobar que existen elementos, bien de índole constructiva o arquitectónica bien situacionales, que prevalecen históricamente y consolidan nexos de unión entre fundición artística y taller, elementos que aún hoy persisten en algunos modelos de edificación habitados por el escultor.

Quisiéramos destacar la relación latente entre taller y vivienda, pues nuestros estudios confirman que el espacio laboral y el espacio doméstico del escultor, llevan conexiónados muchos siglos, incluso en una misma edificación.

Tras estudiar los factores organizativos, infraestructurales, económicos, técnicos... vinculados a los pilares de esta investigación –espacio y técnica-, es evidente lo susceptibles que son las interconexiones entre los diferentes puntos que determinan la estructura de nuestro proyecto. Un leve cambio en alguno de los parámetros establecidos afecta a buena parte de su estructura global. Sólo el hecho de tener acceso a un combustible, por ejemplo, y no a otro condiciona la manera de fundir de un escultor en su taller.

De nuevo queda constancia de que las propuestas impulsadas desde el ámbito educativo han logrado que la fundición artística esté presente en casi la totalidad de las Facultades de Bellas Artes españolas, y que son el principal foco responsable de una situación actual que favorece notablemente su integración en el taller de escultor autónomo. Primero: las aulas-taller de fundición, docentes y personal técnico han sufrido el proceso de integración que hoy recogemos en esta tesis y se han visto en la necesidad de evaluar y reevaluar las posibilidades de cada espacio puesto a su disposición. Segundo: han sufrido la presión institucional para que se tomasen las medidas oportunas para adaptar las instalaciones, los equipos y los protocolos de trabajo a las exigencias propias de la universidad, sobre todo en materia de seguridad. Y tercero, y muy importante para nosotros: Los docentes y técnicos son responsables de la formación que futuros escultores tendrán en fundición y las aulas-taller representan todo un referente cuando se planteen ejercer la fundición artística en un espacio de trabajo propio. En este sentido, los programas de las asignaturas de fundición universitarias deben recoger este contenido de integración, ofreciendo y dotando a los alumnos de soluciones de adaptación y de herramientas que les permitan expresarse en el lenguaje propio de esta materia.

Tras analizar el marco legislativo encargado de regular el uso que un escultor puede hacer de su espacio de trabajo, estamos en condiciones de afirmar que la ley no prohíbe la fundición artística en este tipo de talleres. Algunos planes generales de ordenación urbanística -como el de Sevilla- admiten incluso, que una edificación –o parte de ella- situada en suelo residencial pueda usarse como taller doméstico o artesano, sin vulnerar en ese sentido la ley. Si puede, por ejemplo, verse limitada la actividad a espacios situados en planta baja, o el escultor verse obligado a instalar un sistema de extracción específico para controlar las emisiones de humo y que la actividad no afecte a los vecinos. En este sentido, el tipo de edificación destinada a taller trae consigo unos condicionantes legales, que han de paliarse con una buena organización del trabajo, alternando espacios, o una elección adecuada de un modelo de actividad óptimo para llevar a cabo en ese lugar.

La primera parte de la tesis, concluye con la clasificación de diferentes modelos de edificación en los que puede ejercer su actividad un escultor. Con esta tipificación, hemos tratado de sintetizar las características constructivas de estos espacios y generar patrones en los que puedan identificarse la mayor parte de talleres nacionales dedicados a la escultura. Las diferencias que los separan hacen que el proceso de integración que proponemos sea muy distinto en uno u otro espacio.

Podemos afirmar que la fundición artística con moldes de cáscara cerámica se adapta bien, prácticamente a la totalidad de los modelos de edificación definidos en la legislación española, lo que no significa que se trate de la mejor versión para el Taller. Esto es importante y la posición que mantenemos en este trabajo, la actividad depende del espacio o espacios de trabajo con que los cuente el escultor. En este sentido, cualquiera de las técnicas en fundición que hemos analizado en este trabajo podría ser la adecuada. Un ejemplo de ello lo encontramos durante el análisis del Modelo de Estudio I, en el cual todas las técnicas en fundición planteadas para ese espacio concreto de taller son viables e igualmente apropiadas, siendo el escultor quien termine por decidir, atendiendo a sus prioridades, a su situación personal o a su vinculación con alguna de ellas.

Hemos trabajado en torno a varias técnicas de fundición, comunes en el campo de la escultura, para que escultores e investigadores dispongan de un apoyo teórico viable tanto en espacios profesionales como amateurs. No pretendíamos explicar pormenorizadamente cada procedimiento existente para vaciar una escultura en metal, como si de un manual monográfico se tratase, sin embargo creemos que la segunda parte de la tesis incluye suficiente información para que escultores e investigadores interesados en la materia se orienten convenientemente.

Esta investigación incluye un apartado inédito en cualquier otra investigación de carácter nacional entorno a la fundición artística, dirigida expresamente a escultores, y que puede solventar uno de los grandes problemas que tiene la fundición a la cera perdida en espacios poco o mal ventilados: el procedimiento de Descerado por Inmersión en Agua Hirviendo

(sistema DIAH). Una vez más, debemos a las propiedades físicas de la cáscara cerámica, y en especial al sílice coloidal, este avance. El sistema aún precisa de un examen exhaustivo que lo ponga a prueba, comprobar y cotejar bien sus posibilidades, para así asegurarnos de que se trata de un procedimiento fiable, Aunque podemos adelantar, en base a los primeros ensayos realizados, que posee un gran potencial de cara al taller de escultura en lo específico y la fundición en general.

La combinación de procedimientos y técnicas diversas, como el procedimiento mixto con crisol fusible -exento- sobre un molde de arena en verde o bien sobre moldes de *olla*, también abre una vía de trabajo experimental interesante.

La fundición no es una técnica escultórica cuya práctica implique grandes riesgos. De la misma forma que el número de piezas que puede terminar fundiendo un escultor en su propio lugar de trabajo a lo largo de un año no es comparable con la productividad de una fundición artística profesional, tampoco lo es su nivel de riesgo. La parte del trabajo que demanda más atención y requiere más tiempo es la preparación del modelo, y por tanto es cuando el escultor está más expuesto a sufrir un percance. La fase de fusión y colada puede esperar hasta que el escultor disponga de una cantidad de trabajo importante, reduciendo su exposición a posibles riesgos graves. Adoptar medidas de este tipo que tienen que ver con la organización de las actividades y del espacio de trabajo, en conjunción con una buena praxis por parte del escultor, son la clave de su seguridad.

Como advertíamos en la introducción, los softwares de diseño 3d de fácil manejo y libre licencia, nos han permitido visualizar los planteamientos teórico-prácticos de esta investigación, sin necesidad de poner patas arriba nuestro espacio de trabajo y sin generarnos un gasto de inversión. Contar con espacios virtuales donde poner a prueba nuestros planteamientos -por ejemplo, mientras meditamos la localización más apropiada dentro del taller para situar un horno, se planifica el almacenaje de ciertos materiales o se diseña el circuito de extracción-ventilación de una estancia concreta- nos ha permitido ir más allá de lo que podríamos haber logrado sin esa realidad alternativa. Además, este proyecto ha terminado generando un banco de archivos digitales -2D y 3D-, que sin duda confiamos serán un recurso ventajoso para cuantos escultores quieran integrar la fundición artística en su propio taller. Con la futura creación de la herramienta FAITE (Fundición Artística y su Integración en el Taller de Escultor), nace un plan programado para adaptar convenientemente la fundición artística a los diferentes modelos constructivos analizados en nuestro trabajo, respetando en la medida de lo posible, los condicionantes físicos, legales, situacionales y sociales del lugar. El escultor contará con una herramienta sencilla (hoy tan solo una Demo), con la que dar el primer paso y evaluar las posibilidades de que dispone para poder fundir en su taller. El programa facilita al usuario un archivo en *pdf* con indicaciones sobre la técnica de fundición artística más apropiada para su situación, una

lista con las observaciones y advertencias necesarias para ejercer la actividad convenientemente en su taller -según el perfil estipulado por el escultor- y una tabla con referencias de aquellos productos y equipamiento, con observaciones orientativas en cuanto a sus costes y proveedores.

Por último, se verifica que la fundición artística es capaz de superar las limitaciones impuestas por el lugar de trabajo del escultor, pues se trata de una actividad escultórica muy flexible en sus planteamientos técnicos, pues ofrece un amplio abanico de posibilidades para resolver el vaciado en metal fundido de una pieza escultórica. Evaluando la situación del taller y atendiendo a cada uno de los parámetros analizados en este proyecto puede encontrarse el proceso en fundición que mejor se adapte a sus condiciones.

Respondemos a nuestra hipótesis, pero dejamos las puertas abiertas a futuras investigaciones, tanto en fundición artística como entorno al taller dedicado a la escultura. Estamos convencidos de que ambos siguen siendo un campo de estudio fértil para la investigación artística. Sentimos que hoy hemos acercado la fundición un poco más al lugar de trabajo del escultor, y estamos orgullosos de nuestra contribución.

BIBLIOGRAFÍA

MONOGRAFÍAS / ACTAS CONGRESOS:

Actas del I Congreso de Historia de la Lengua Española en América y España: noviembre de 1994 - febrero de 1995. M. Teresa Echenique, Milagros Aleza y M. José Martínez (eds.). València: Universitat, Departamento de Filología Española, 1995. ISBN: 8480022698.

Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Docencia, año 2006. Carmen Marcos Martínez (coord.). Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007. ISBN: 978-84-611-8323-4.

Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006. Carmen Marcos Martínez (coord.). Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007. ISBN: 978-84-611-8324-1.

Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. 26-27 de noviembre de 2009. Carmen Marcos Martínez (coord.). [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. *Fundición a la cera perdida. Técnica de Crisol Fusible.* Edición 1ª. Santa Cruz de Tenerife: Departamento de Escultura y Pintura, Universidad de la Laguna, 2003. ISBN: 84-608-0029-6.

ARAU, Higini. *ABC de la Acústica Arquitectónica.* Barcelona: Ediciones CEAC, 1999. ISBN: 84329201.

ARCE Y CACHO, Celedonio. *Conversaciones sobre la escultura.* Madrid: Dirección general de BB. AA. y archivos; Consejo general de la arquitectura técnica de España, 1996. ISBN: 84-920177-8-3.

ASPIN B., Terry. *Principios de fundición.* Edición 1ª. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.L., 1995. ISBN: 9688872954.

AYMERICH, Guillermo. *Un método para pensar el lugar.* Cuadernos de Imagen y Reflexión, nº4. Valencia: Editorial de la UPV, 2007. ISBN: 978-84-8363-196-6.

BACCHESHI, E.; DUFOUR BOZZO, C.; FRANCHINI GUELF, P.; et al. *Las técnicas artísticas*. Corrado Maltese (proyecto y coordinación); Morán José Miguel (trad.); María Santos García (trad.). 11ª ed. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, S.A.), 2001. ISBN: 84-376-0228-9.

BACHELARD, Gaston. *La poética del espacio*. Ernestina de Champourcin (trad.). 11ª Edición. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 2010. ISBN: 978-968-16-0923-8.

BARAÑANO, Kosme de y GARCÍA ROSELL, Juan. *Miquel Navarro. El artista en su taller*. Madrid: TF Editores, 2003. ISBN: 84-95183-39-0.

BAUDRY, Marie Thérèse; BOZO, Dominique; et al. *La sculpture. Principes D'Analyse Scientifique. Méthode et Vocabulaire*. Paris, Ministère de la Culture et de la Communication, Imprimerie Nationale, 1978. ISBN-10: 2110808160 ISBN-13: 978-2110808165.

BEAUVOIR, Simone de. *Cartas a Nelson Algren*. Miguel Martínez-Lage (trad.) Barcelona: Editorial Lumen, 1999. ISBN: 9788426412676.

BELLIDO JIMÉNEZ, Mª. José; GALLARDO MONTERO, Pedro Pablo. *Fundición a la arena*. 1ª ed. Córdoba: Ediciones Gargallo y Bellido, 1992. ISBN: 84-604-3211-4.

BENDALA GALÁN, Manuel. *La antigüedad: de la prehistoria a los visigodos*. 3ª Ed. Madrid: Sílex, 2004. ISBN: 84-7737-021-4.

BLASCO, Mª Concepción. *El Bronce Final*. Domingo Plácido Suárez (dir.); Manuel Fernández-Miranda (coord.). Madrid: Editorial Síntesis, S.A., 1993. ISBN: 84-7738-195-X.

CELLINI, Benvenuto. *Vida*. Valentí Gómez Oliver (trad.). Madrid: Alianza Editorial, 2006. ISBN: 84-206-5832-4.

CELLINI, Benvenuto: *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura*. Juan Calatrava Escobar (trad.). Madrid: Ediciones Akal S.A., 1989. Fuentes de arte nº8. ISBN: 84-7600-392-7.

CORREDOR MARTÍNEZ, Juan Antonio. *Técnicas de Fundición Artística*. 1ª Edición. Granada: Universidad de Granada. Antiguo Colegio Máximo, Campus Universitario de la Cartuja, 1997. ISBN: 84-338-2306X.

DANTO, Arthur C. *Después del fin del arte. El arte contemporáneo y el linde de la historia*. 5ª Ed. Barcelona: Paidós Estética, 2015. ISBN: 978-84-493-2349-2.

DE LA POZA LLEIDA, José María. *Hornos para fundir metales y sus aleaciones*. Barcelona: Oikos-Tau, 1994. ISBN: 84-281-0819-6.

ELIADE, Mircea. *Herreros y Alquimistas*. E.T. (trad.), Manuel Pérez Ledesma (rev.). Madrid: Alianza Editorial, S.A., 2009. ISBN: 978-84-206-3767-9.

Escultura Romana en Hispania V: Actas de la reunión internacional... Murcia, 2005. José Miguel Noguera Celdrán y María Elena Conde Guerri (coords.). Murcia: Tabularium, 2008. ISBN: 978-84-95815-14-9.

FINCH, Joe. *Kiln construction. A brick by brick approach*. London: A&C Black Publishers Limited, 2006. ISBN-10: 0-7136-7012-6, ISBN-13: 978-07136-7012-7.

GAURICO, Pomponio. *Sobre la Escultura*. M^a Elena Azofra (trad.) Fuentes de arte nº7. Madrid: Ediciones Akal, 1989. ISBN: 84-7600-365-X.

GLICK, Thomas F. *Tecnología, ciencia y cultura en la España medieval*. Víctor Navarro Brotóns (trad.). Madrid: Alianza Editorial, 1992. ISBN: 84-206-2725-9.

GÓMEZ ROMÁN, Ana María. *Escultores de "terrible condición". La escultura en el sistema de las artes desde el siglo XVI y XIX*. Granada: Editorial Universidad de Granada, Campus Universitario de Cartuja, 2015. ISBN: 978-84-338-5817-7.

GREGORY, Ian. *Construcción de hornos*. Mariona Agudé, Rosa Amorós y María Cervelló Bofill (trad.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1997. ISBN: 84-252-1706-7.

GUILLEN, Esperanza. *Retratos del genio. El culto a la personalidad artística en el siglo XIX*. 1^a Edición. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya S.A.), 2007. ISBN: 9788437623771.

HEARTNEY, Eleanor. *Arte&Hoy*. Gemma Deza Guil (trad.). 1^a ed. Barcelona: Phaidon Press Limited, 2008. ISBN: 978-0-7148-5927-9.

HERNÁNDEZ GUERRA, Liborio. *Los libertos de la Hispania Romana: situación jurídica, promoción social y modos de vida*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2013. ISBN: 978-84-9012-249-5.

HISCOX, G. D.; HOPKINS, A. A. *Recetario Industrial*. 2^a ed. México: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., 1994. ISBN: 968-887-253-9.

KRIS, Ernst y KURZ Otto. *La leyenda del artista*. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, S. A.), 2010. ISBN: 978-84-376-2392-4.

LAMBERT, Daniel. *Moulage et Fonderie d'Art*. Turin: Éditions VIAL, 2002. ISBN: 2-85101-043-3.

LELONG, Daniel. *Con Calder*. Milena Busquets (trad.). Barcelona: Editorial Elba, 2012. ISBN: 978-84-939902-1-3.

LEÓN-CASTRO ALONSO, Pilar, BAENA, Luis, BELTRÁN, José, et al. *Arte romano de la Bética. Escultura*. Sevilla: Fundación Focus-Abengoa, 2009. ISBN: 978-84-89895-23-2.

LORD, James. *Some Remarkable Men: Further Memoirs*. Nueva York: Farrar, Straus & Giroux, 1996. ISBN-10: 0374266557 ISBN-13: 9780374266554.

MADERUELO, Javier (Coord.). *El campo expandido de la escultura*. Madrid: Abada, 2006. ISBN: 84-96258-66-1.

MARCHÁN FIZ, Simón. *Del arte objetual al arte de concepto. Epílogo sobre la sensibilidad "postmoderna"*. 8ª ed. Madrid: Ediciones Akal S. A., 2001. Colección Arte y Estética. ISBN: 84-7600-105-3.

MARTÍN GONZÁLEZ, Juan José. *El artista en la sociedad española del siglo XVII*. Madrid: Cátedra, 1984. ISBN: 9788437604916.

MARTIN, René (Dir.). *Mitología. Griega y romana (de la A a la Z)*. 11ª Ed. Madrid: Editorial Espasa Calpe, 2008. ISBN: 978-84-670-2301-5.

MATÍA, Paris; BLANCH, Elena; DE LA CUADRA, Consuelo; et al. *Procedimientos y Materiales en la obra Escultórica*. Rosa Gallego (ed.), Paris Matía (coord.). Madrid: Ediciones Akal, S.A., 2009. ISBN: 978-84-460-1805-6.

MONTERO VALLEJO, Manuel. *Historia del Urbanismo en España I: del Eneolítico a la Baja Edad Media*. Madrid: Cátedra S.A., 1996. ISBN: 84-376-1469-4.

MONTERO, Ignacio. *Los metales en la antigüedad*. Madrid: CSIC, Los Libros de la Catarata, 2014. Colección ¿qué sabemos de? ISBN-CSIC: 978-84-00-09808-7 ISBN-Catarata: 978-84-8319-914-5.

MORILLAS, Mercedes; MORILLO, Francisca; RUIZ DE ELVIRA, Mª Rosa; et al. *Los dioses del Olimpo*. 5ª Ed. Clásicos de Grecia y Roma. Madrid: Alianza Editorial, 2009. ISBN: 978-84-206-3648-1.

PEPPIATT, Michael. *En el taller de Giacometti*. Clara Pastor (trad.). Barcelona: Editorial Elba, 2010. ISBN: 978-84-938034-7-6.

PICASSO, Marina. *Picasso, mi abuelo*. Barcelona: Plaza & Janés, 2002. ISBN: 9788401329111.

PLATÓN. *Protágoras*. Madrid: Gredos, 2010. ISBN: 9788424915469.

RAMÍREZ, Juan Antonio. *El objeto y el aura. (Des)orden visual del arte moderno*. Ana M^a Guash (dir.). 1^a ed. Madrid: Akal Ediciones S. A., 2009. Akal arte contemporáneo. ISBN: 978-84-460-2956-4.

RODRÍGUEZ NEILA, J. Francisco, et al. *El trabajo en la Hispania romana*. Madrid: Sílex Ediciones, 1999. ISBN: 84-7737-083-4.

ROTHKO, Mark. *La realidad del artista. Filosofías del arte*. Marisa Abdala (trad.). 1^a ed. Madrid: Editorial Síntesis S. A., 2004. ISBN: 84-9756-252-6.

RUÍZ BREMÓN, Mónica. *Los exvotos del santuario ibérico del Cerro de los Santos*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, 1989. ISBN: 84-87136-03-6.

SANZ LABAJOS, Pedro. *Manual de fundición a la cera perdida. Artes aplicadas de la escultura*. 1^a Ed. Madrid: La Hoja del Monte SL, 2010. ISBN: 978-84-614-3484-0.

SCHNEIDER, Helmuth. *La técnica en el mundo antiguo: Una introducción*. Madrid: Alianza Editorial, 2009. Colección Historia de la ciencia. ISBN: 978-84-206-5068-5.

SORROCHE CRUZ, Antonio; LÓPEZ RODRÍGUEZ, Silvia; MORENO PABÓN, Cristina. *Fusión-interacción de metales no férricos con la utilización de modelos gasificables de poliestireno expandido aplicados a la escultura*. Granada: Universidad de Granada, 1999. ISBN: 84-930366-3-3.

SORROCHE CRUZ, Antonio; VIDIGAL, Antonio; BRANCO, Cristina; et al. *Fundição com Modelo Perdido. Aplicação de materiais de última geração à fundição escultórica com a utilização de molde químico. Emprego do Poliestireno Expandido como modelo gaseificável*. Biblioteca d'Artes /Cadernos, nº1, Junho. Lisboa: Universidade de Lisboa (ed.), Faculdade de Belas Artes (ed.), Escola Superior de Tecnologia, Gestão, Arte e Design das Caldas da Rainha (ed.), 2002. ISBN: 972-98505-5-0.

TARRAGO MINGO, Jorge. *Habitar la inspiración / Construir el mito. Casas-taller de artistas en el periodo de entreguerras*. Valencia: Ediciones generales de la Construcción, 2007. ISBN: 978-84-935157-2-0.

TORRES BALBÁS, Leopoldo. *Ciudades Hispanomusulmanas. Tomo 1*. 1970. ISBN-10: 8474720621 ISBN-13: 9788474720624.

URBANO CAMBRONERO, Nuria y DÍAZ QUIRÓS, Gerardo. *Teoría y espacio en el taller del escultor Venancio Blanco*. Salamanca: Fundación Salamanca Ciudad de Cultura, 2008. ISBN: 978-84-96603-47-9.

VVAA. *El Giraldillo. La veleta del tiempo. Proyecto de investigación e intervención*. Rosario Villegas Sánchez (coordinación editorial). PH Cuadernos, núm. 24. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, 2009. ISBN: 978-84-8266-900-7.

VVAA. *Grupo TEBRO. Investigación + Creación*. [Catálogo]. Sevilla: De Culturas, Grupo TEBRO, 2009. ISBN: 978-84-936405-4-5.

VVAA. *Vitamin 3-D. New Perspectives in Sculpture and Installation*. Londres: Phaidon Press Limited, 2009. ISBN: 978-07148-4974-4.

WITTKOWER, Rudolf y Margot. *Nacidos bajo el signo de Saturno. Genio y temperamento de los artistas desde la Antigüedad hasta la Revolución Francesa*. 9ª Ed. Madrid: Ediciones Cátedra (Grupo Anaya, SA), 2010. ISBN: 978-84-376-0325-4.

CAPITULO DE LIBRO O PUBLICACIÓN EN CONGRESOS:

ACUÑA CASTROVIEJO, Fernando y RODRÍGUEZ GARCÍA, Purificación. Escultura en bronce en Gallaecia. En: *Actas de la IV Reunión sobre Escultura Romana en Hispania*. Faculdade de Belas-Artes de Lisboa, Universidade de Lisboa 7,8 & 9 fevereiro-2002. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Área de Cultura, 2004, pp. 255-271. ISBN: 9788436938357.

AGUILAR GALEA, José Antonio. Alternativas a la Enseñanza Convencional del Arte: la Fundición a la Arena con Modelo Gasificable. En: José María MESA LÓPEZ-COLMENAR, Rafael CASTAÑEDA BARRENA, Luis Miguel VILLAR ANGULO (coord.). *La Innovación en la Enseñanza Superior I: Curso 2003/2004*. Sevilla: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, 2006, vol.1, pp. 39-58. ISBN: 84-86849-40-3.

AGUILAR GALEA, José Antonio. El Taller de Escultura de Priego. En: *Dibujo y Escultura en Bronce*. Córdoba: Patronato Adolfo Lozano Sidro, Ayuntamiento de Priego de Córdoba, 2007, pp. 13-27. ISBN: 978-84-934603.

AGUILAR GALEA, José Antonio. Escultura, Investigación, Técnica y Docencia: Fundición con Crisol Incorporado. En: *Actas I Congreso Nacional de Bellas Artes Renovar la Tradición*. La Laguna, 25 de Febrero-1 de Marzo de 2002. La Laguna (Santa Cruz de Tenerife): Servicio de Publicaciones de la Universidad de la Laguna, 2006, pp. 221-226. ISBN: 84-7756-654-2.

AGUILAR GALEA, José Antonio. La Cáscara Cerámica, una Técnica Decisiva para la Enseñanza de la Fundición Artística en las Facultades de Bellas Artes Españolas. En: Gerardo SIGLER VIZCAINO (dir.). *I Congreso Internacional. Nuevos Procedimientos Escultóricos*. Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos, 2002, pp. 283-287. ISBN: 84-607-7476-7.

AGUILAR GALEA, José Antonio. La Fundición Artística, un Campo de Innovación Educativa en las Facultades de Bellas Artes. En: *Actas del 4rt Congr s Internacional Docencia Universitaria e Innovaci . Congr s Internacional Docencia Universitaria e Innovaci  2004*. Núm. 4. Barcelona: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Barcelona, 2006, p. 675. ISBN: 84-7653-886-3.

AGUILAR GALEA, José Antonio. La Fundición Artística, un Campo de Innovación Educativa de Cara a la Confluencia en un Espacio Europeo de Enseñanza Superior. En: J. M. MESA LÓPEZ-COLMENAR, R. J. CASTAÑEDA BARRENA, L. M. VILLAR ANGULO, (coords.). *Experiencia de innovación universitaria: curso 2004-2005*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Instituto de Ciencias de la Educación, vol. 1, 2007, pp. 13-28. ISBN: 978-84-86849-51-1.

AGUILAR GALEA, José Antonio. Nuevos Medios Formativos en el Aprendizaje del Alumno de Bellas Artes: la Cera y la Fundición Artística. En: J. M. MESA LÓPEZ-COLMENAR, R. J. CASTAÑEDA BARRENA (coords.). *Innovaciones Docentes en la Universidad de Sevilla. Curso 2001-2002*. Colección Innovación y Desarrollo de la Calidad de la Enseñanza Universitaria. Núm. 4. Sevilla: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, 2003, edición digital, pp. 31-39. ISBN: 84-86849-29-2.

AGUILAR, J.A.; CAETANO, E.; CORREA, C.; et al. Compatibilidad de los núcleos de arena con la técnica de la cascarilla cerámica. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Polit cnica de València. 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos. El descere con microondas en la Cascarilla Cerámica. *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I n  ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, p.149-154. ISBN: 978-84-611-8324-1.

CONTRERAS CORTÉS, Francisco y CÁMARA SERRANO, Juan Antonio. Arqueología interna de los asentamientos: el caso de Peñalosa. En: Marisa RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (coord.), et al. *La Edad del Bronce,  Primera Edad de Oro de España?: Sociedad, Economía e Ideología*. Barcelona: CRÍTICA S.L., 2001, pp. 217-255. ISBN: 84-8432-299-8.

CORREA, C.; MARTIN, O.; NAVARRO, S. et al. Adaptación de hornos para la colada automática de procedimiento eutéctico. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

DEL PINO, Soledad. Del fuego primigenio y demás prácticas experimentales primitivas de fundición. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia, España: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

DEL PINO, Soledad. Tecnologías primitivas de fundición. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, p. 71-81. ISBN: 978-84-611-8324-1.

GILI SURIÑACH, Sylvia, et al. La Sociedad Argárica. En: Marisa RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO (coord.), et al. *La Edad del Bronce, ¿Primera Edad de Oro de España?: Sociedad, Economía e Ideología*. Barcelona: CRÍTICA S.L., 2001, pp. 181-216. ISBN: 84-8432-299-8.

GONZÁLEZ GARCÍA, Ángel Lorenzo. La zanja luminosa. En: VV. AA. *¿Qué es la escultura moderna?: del objeto a la arquitectura*. Madrid: Fundación MAPFRE, Fundación Cultural MAPFRE Vida, 2003, pp. 71-112. ISBN: 84-89455-78-3.

LÓPEZ, P., MARCOS, C. y VALLE, J. Evolución Cáscara Cerámica. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

LOZA AZUAGA, María Luisa. Esculturas romanas en bronce del sur de la provincia de Córdoba. En: *II Reunión sobre escultura romana en Hispania*. Tarragona: Massó, J., Sada, P., 1996, pp. 79-94. ISBN: 84-921650-0-6.

MAQUEDA PÉREZ, M^a Angeles. El metal como elemento renovador de la escultura en el siglo XX. En: Gerardo SIGLER VIZCAINO, (dir.); Vicente BARÓN LINARES (coord.): *¿Qué es la escultura hoy?: 1er Congreso Internacional Nuevos Procedimientos Escultóricos, Valencia 2002: 13, 14 y 15 de Noviembre de 2002, Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos, 2003. ISBN: 84-607-7476-7.

MARCOS MARTÍNEZ, Carmen, et al. Evolución e introducción del sistema de Cáscara Exprés con refuerzo generalizado de fibra de vidrio en los talleres de fundición de las Facultades de

Bellas Artes de Barcelona, Cuenca y Valencia. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

MARCOS, Carmen y CHÁFER, Teresa. Taller de fundición. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Docencia, año 2006*. Valencia, España: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, pp. 109-118. ISBN: 978-84-611-8323-4.

MARTÍN GONZÁLEZ, Juan José. La escultura neoclásica en la Academia de San Fernando: siglo XVIII. En: *Experiencia y presencia neoclásicas: Congreso Nacional de historia de la arquitectura y del arte*. La Coruña 9-12 abril 1991. A Coruña: Universidade da Coruña. Servizo de publicacións, 1994, pp. 13-23. ISBN: 84-88301-78-2.

MARTÍN SÁNCHEZ, Olegario, CAETANO HENRÍQUEZ, Enrique, NAVARRO PANTOJO, Santiago, CORREA CHOISNETT, Carlos Guillermo, AGUILAR GALEA, José Antonio: Creación Plástica. Grupo de investigación Tebro. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València. 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

MARTÍN SÁNCHEZ, Olegario; AGUILAR GALEA, José Antonio; SPÍNOLA ELÍAS, Yolanda. Construcción de un Horno para Fundición. En: *Monografías de Arte 2005-2006*. Sevilla: Vicerrectorado de Calidad y Nuevas Tecnologías, Universidad de Sevilla, 2006, vol. 1. ISBN: 84-96377-60-1.

MARTÍN SÁNCHEZ, Olegario; AGUILAR GALEA, José Antonio; SPÍNOLA ELÍAS, Yolanda. Habitante Habitado: Microfusión a la cascarilla cerámica. En: *Monografías de Arte 2005-2006*. Sevilla: Vicerrectorado de Calidad y Nuevas Tecnologías, Universidad de Sevilla, 2006, vol. 1. ISBN: 84-96377-60-1.

PARES PARRA, José Luis, ÁLVAREZ KAHLE, Xana. Fundición en Caliente por Colada Directa con Quarzfin. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

SORROCHE CRUZ, Antonio; RODRÍGUEZ GORDILLO, José Manuel; DURÁN SUÁREZ, Jorge Alberto. Nuevas técnicas en la fundición escultórica. Uso de las calcarenitas con modelo gasificable. En: *Actas Congreso INARS: la investigación en las artes plásticas y visuales*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, 2003. pp. 363-374. ISBN: 84-472-0762-5.

VALLE MARTÍ, Joan. Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del Taller de Fundición y en el proceso de la Cascarella Cerámica. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, pp. 105-148. ISBN: 978-84-611-8324-1.

VALLE MARTÍ, Joan. Fundición a la cera perdida. Modificaciones adoptadas con carácter preventivo en las instalaciones del taller de fundición y en el proceso de la Cáscara Cerámica. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, pp. 105-148. ISBN: 978-84-611-8324-1.

VALLE MARTÍ, Joan; MARCOS MARTÍNEZ, Carmen; LÓPEZ VIDAL, Pere. Colaboraciones creativas en torno al bronce. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

VALLE MARTÍ, Joan; MARCOS MARTÍNEZ, Carmen; LÓPEZ VIDAL, Pere. Fundición a la cera perdida con cáscara cerámica. Evolución e introducción del sistema de cáscara cerámica exprés con refuerzo generalizado de fibra de vidrio en los talleres de fundición de las facultades de Bellas Artes de Barcelona, Cuenca y Valencia. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

VALLE MARTÍ, Joan; MARCOS MARTÍNEZ, Carmen; LÓPEZ VIDAL, Pere. Procedimientos normalizados de trabajo en la sección de ceras de los laboratorios de fundición de las facultades de Bellas Artes de Barcelona, Cuenca y Valencia. En: *Actas del II Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística*. 26-27 de noviembre de 2009. [CD]. Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de València, 2009. ISBN: 978-84-8363-514-8.

VALLE, César; VILLAR, Ignacio. Mejoras en los moldes tradicionales de picadizo, selección de escayolas de características especiales. Refractoriedad del picadizo. En: *Actas del I Congreso Nacional de Investigadores en Fundición Artística. La Fundición Artística en la Universidad Española: La Investigación, año 2006*. Valencia, España: Grupo de Investigación Nuevos Procedimientos Escultóricos. Ministerio de educación y ciencia. Plan Nacional I+D+I

nº ref. BHA2003-06856-C04-01. Departamento de Escultura de la UPV. Generalitat Valenciana, 2007, pp. 99 - 102. ISBN: 978-84-611-8324-1.

ARTÍCULOS EN REVISTAS:

AGUILAR GALEA, José Antonio. Curso de Dibujo y Escultura en Bronce, Escuela Libre de Artes Plásticas de Priego de Córdoba. *Teodosio 5. Boletín Cultural*. 2006, vol. 4º Trimestre, núm. 81, pp. 21-27. ISSN: 1139-2940.

AGUILAR GALEA, José Antonio. La Investigación Sobre Fundición Artística en las Facultades de Bellas Artes Españolas. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. 2002, núm. 0, pp. 131-157. ISSN: 1695-761X.

AGUILAR GALEA, José Antonio. La microfusión de cascarilla cerámica: una técnica adecuada para la reproducción en bronce de piezas arqueológicas. *Antiquitas. Museo Histórico Municipal de Priego (Córdoba)*. 2004, núm. 16, pp. 151-163. ISSN: 1133-6609.

ALARCÓN GARCÍA, Eva; et al. Las actividades de mantenimiento en los contextos fortificados de Peñalosa. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada CPAG*. Granada, 2008, núm. 18, pp. 265-296. ISSN: 0211-3228.

ALBALADEJO GONZÁLEZ, Juan Carlos; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Iván. Fundición a la cera perdida: Cellini y la Magnetita. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. 2006, núm. 4, pp. 13-28. ISSN: 1695-761X.

ALBALADEJO, Juan Carlos, et al. Fundición artística: Descere por microondas. *Fundidores: fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*. 2016, núm. 226, pp.19-21. ISSN: 1132-0362.

ALBALADEJO, Juan Carlos: Apuntes para una historia de la escultura. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. 2002, núm. 0, pp. 51-67. ISSN: 1695-761X.

AMÓN, Rubén. Arnaldo Pomodoro. Entre el taller y la catedral. *Descubrir el arte*. 2004, núm. 62, pp. 114-116. ISSN: 1578-9047.

ANEDDA, Damiano. Bronces zoomorfos islámicos en Italia. *Anales de Historia del Arte*. 2012, vol. 22, núm. Especial (II), pp. 41-55. ISSN: 0214-6452.

ARGILÉS, Alfredo. En el estudio de Miquel Navarro. Un universo lleno de mundos. *Descubrir el arte*. Año VIII, núm. 90, pp. 110-112. ISSN: 1578-9047.

AYMERICH, Guillermo. Arte habitado: Consideraciones artísticas acerca del lugar. *PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG*. 2015, vol. 5, núm. 9, pp.117-133. ISSN: 1982-9507 ISSN-e: 2238-2046.

BAGLIONI, Raniero y BOUZAS ABAD, Ana. El hypnos de Almedinilla: Metodología y proceso de investigación, intervención y montaje. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*. 1999, núm. 28, pp. 43-62. ISSN: 1136-1867.

BENÍTEZ DE LUGO, Luis. La arqueología del culto ibérica en la Oretania septentrional. En: *ARSE: Boletín anual del Centro Arqueológico Saguntino*. 2004, núm. 38, pp. 29-61. ISSN: 0213-8026.

BENITO NARVÁEZ-TIJERINA, Adolfo. Lo imaginario y la materialización del lugar habitado. *Nodo. Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*. Julio-Diciembre 2013, vol. 8, núm. 15, pp. 7-22. ISSN-e: 1909-3888.

BONETA LISARRI, María Puy. Moldeo y fundición con arena de las playas de Tenerife. *Bellas artes. Revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen*. Abril 2007, núm. 5, pp. 225-244. ISSN: 1695-761X.

CABALLERO, Javier. En el estudio de Bañuelos Fournier. Calma megalítica. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. Noviembre de 2006, núm. 93, pp. 142-144. ISSN: 1578-9047.

CAÑAS, Dionisio. En el estudio de Francisco Leiro. Entre dos continentes. (Fotografías de Txomin Badiola). *Descubrir el arte*. 2006, núm. 84, pp. 142-144. ISSN: 1578-9047.

CAÑAS, Dionisio. Manolo Valdés. El refugio de un alquimista. *Descubrir el arte*. 2003, núm. 57, pp. 118-120. ISSN: 1578-9047.

CASTAÑO, Jesús M. En el estudio de Joaquín Millán. Centro y periferia. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 2007, núm. 98, pp. 142-144. ISSN: 1578-9047.

COIIM. Revista Informativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. 2010, nº45. ISSN: 2386-4222.

CÓMEZ RAMOS, Rafael. El pebetero en forma de paloma del Museo de Arte islámico de Berlín. *Laboratorio de Arte: Revista del Departamento de Historia del Arte*. 2000, núm. 13, pp. 323-327. ISSN: 1130-5762.

CORTÉS VICENTE, Ada. Clasificación tipológica de la arquitectura doméstica romana. Reflexiones a partir de las ciudades del NE peninsular. *PYRENAE, revista de prehistòria i antiguitat de la Mediterrània Occidental*. 2014, vol. 45, núm. 2, pp. 59-93. ISSN: 0079-8215.

DÍAZ PÉREZ, Eva. En el estudio de Miguel García. Juego de miradas secretas. (Fotografías de Fernando Leal). *Descubrir el arte*. 2007, núm. 101, pp. 150-152. ISSN: 1578-9047.

DÍEZ JAVIZ, Carlos. El taller: instrumental, materiales y técnicas de la escultura del siglo XVI en los focos de Miranda de Ebro y Briones. *López de Gámiz: Boletín del Instituto Municipal de Historia de Miranda de Ebro*. 1995, núm. 29, pp. 7-18. ISSN: 0213-6376.

DURÁN SUÁREZ, Jorge Alberto; PERALBO CANO, Rafael; BELLIDO MÁRQUEZ, Carmen. Métodos analíticos para la evaluación de compuestos refractarios en fundición escultórica. *Fundidores: fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*. 2008, núm. 46, pp. 17-30. ISSN: 1132-0362.

Fundi Press. Revista de la fundición. 2009, núm. 17. ISSN: 1888-444X.

GARCÍA DÍEZ, Sergio. El proceso de fundición artística a la cera perdida. *Fundidores: fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*. 2008, núm.152, pp. 26-32. ISSN: 1132-0362.

GARCÍA DÍEZ, Sergio. La creatividad artística y la técnica de la cáscara cerámica. *Fundidores: fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*. 2009, núm.155, pp. 27-29. ISSN: 1132-0362.

GARCÍA Y BELLIDO Antonio. El melléphebos de bronce de Antequera. *Archivo Español de Arqueología*. 1964, vol. 37, núm. 109-110. ISSN: 0066-6742 ISSN-e: 1988-3110.

GONZÁLEZ PRATS, Alfredo. Una Vivienda Metalúrgica en la Peña Negra (Crevillente-Alicante). Aportación al Conocimiento del Bronce Atlántico en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*. Instituto de Historia (CSIC). 1992, vol. 49, pp. 243-257. ISSN-e: 1988-3218 ISSN: 0082-5638.

GONZÁLEZ VICARIO, M^a Teresa. La práctica artística del escultor contemporáneo y los materiales. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VII, H^a del Arte*. Departamento de H^a del Arte. UNED. 1997, núm. 10, pp. 287-311. ISSN: 1130-4715.

GUTIÉRREZ SOLER, Luis M, et al. Las cuevas de Giribaile: nuevas aportaciones para el estudio del poblamiento eremítico en Andalucía Oriental. *Arqueología y territorio medieval*. 2005, núm. 12, fas. 1, pp. 7-38. ISSN: 1134-3184.

LUCAS, Antonio. En el estudio de Antonio López. La música callada. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 2007, núm. 100, pp. 294-296. ISSN: 1578-9047.

LUCAS, Antonio. En el estudio de Cristóbal Gabarrón. El desafío como religión. (Fotografías de Carlos García). *Descubrir el arte*. 2006, núm. 86, pp. 126-128. ISSN: 1578-9047.

LUCAS, Antonio. En el estudio de Juan Asensio. El lector de piedras. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 1999, núm. 85, pp. 126-128. ISSN: 1578-9047.

LUCAS, Antonio. Luis Gordillo. Una cripta racionalista para ensayos. (Fotografías de Carlos Miralles). *Descubrir el arte*. 2003, núm. 56, pp. 114-117. ISSN: 1578-9047.

LUCAS, Antonio. Martín Chirino. Alegoría de la curva. (Fotografías de Alfredo Delgado). *Descubrir el arte*. 2004, núm. 60, pp. 122-124. ISSN: 1578-9047.

MEDEL, Óscar. En el estudio de Pepe León. Un barco en la montaña. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 2007, núm. 97, pp. 142-144. ISSN: 1578-9047.

MEMBA, Javier. En el estudio de Ramón Masats. El fotógrafo alquimista. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 2006, núm. 90, pp. 110-112. ISSN: 1578-9047.

MEMBA, Javier. Esther Pizarro. Acero líquido. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 2005, núm. 73, pp. 102-104. ISSN: 1578-9047.

MEZQUÍRIZ IRUJO, M^a Ángeles. Catálogo de bronce romanos recuperados en el territorio de Navarra. *Trabajos de Arqueología Navarra*. 2011, núm. 23, pp. 21-118. ISSN: 0211-5174.

NAVARRO ARISA, J. J. Antoni Tàpies. La cámara de las maravillas. (Fotografías de Quique García). *Descubrir el arte*. 2003, núm. 58, pp. 102-104. ISSN: 1578-9047.

NAVARRO ARISA, J. J. Javier Pérez. Esencial y mutante. (Fotografías de Quique García). *Descubrir el arte*. 2004, núm. 69, pp. 122-124. ISSN: 1578-9047.

PRADOS TORREIRA, Lourdes. Exvotos ibéricos de bronce: aspectos tipológicos y tecnológicos. *Trabajos de Prehistoria*. Instituto de Historia (CSIC). 1988, vol. 45, pp. 175-199. ISSN-e: 1988-3218 ISSN: 0082-5638.

RIBAL, Pilar. En el estudio de Fabrizio Plessi. Amante del vacío. *Descubrir el arte*. 2006, núm. 88, pp. 134-136. ISSN: 1578-9047.

RODRÍGUEZ, Emma. Alicia Martín. La frágil fortaleza. (Fotografías de Bernabé Cordon). *Descubrir el arte*. 2005, núm. 81, pp. 118-120. ISSN: 1578-9047.

ROMERO RODRÍGUEZ, Julio. Creatividad, arte, artista, locura: una red de conceptos limítrofes. *Arte, Individuo y Sociedad*. 2000, núm. 12, pp. 131-142. ISSN: 1131-5598.

ROVIRA LLORENS, Salvador. Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la prehistoria de la Península Ibérica. *NORBA. Revista de Historia*. 2004, núm.17, pp. 9-40. ISSN: 0213-375X.

RUEDA GALÁN, Carmen, et al. Collado de los Jardines. Nuevas propuestas para la caracterización de su proceso histórico. *Arqueología y territorio medieval*. 2003, núm. 10, fas. 1, pp. 9-29. ISSN: 1134-3184.

SALA i LLOPART, Blanca. Antropología y arquitectura. La apropiación del espacio del hábitat. *Temes de disseny*. 2000, núm. 16, p. 7. ISSN: 0213-6023.

TERÁN TROYANO, Fernando de. Evolución del planeamiento urbanístico (1846-1996). *Ciudad y territorio: Estudios Territoriales*. 1996, núm. 107-108, pp. 167-184. ISSN: 1133-4762.

UBERQUOI, Marie-Claire. Jaume Plensa. La nave de los experimentos. (Fotografías de Quique García). *Descubrir el arte*. 2004, núm. 65, pp. 92-94. ISSN: 1578-9047.

ARTÍCULOS EN REVISTAS DIGITALES:

COCIMANO, Gabriel. Inercias de la sociedad voyeur. El sujeto-espectador en la era actual. *Revista TEXTOS de la CiberSociedad*. 2005, núm. 7. Temática Variada. [En línea] [Consultado: 24/5/2017]. ISSN: 1577-3760. Disponible en web: <http://www.cibersociedad.net>

EFE – Málaga. Nacho Vigalondo considera que "todos somos un voyeur en potencia". *El Diario.es*. Cultura y Tecnología. 25/06/2014. [En línea] [Consultado: 24/5/2017] Disponible en web: http://www.eldiario.es/cultura/Nacho-Vigalondo-considera-voyeur-potencia_0_274723566.html

FERNÁNDEZ SALINAS Víctor. Vivienda modesta y patrimonio cultural: Los corrales y patios de vecindad en el conjunto histórico de Sevilla. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Universidad de Barcelona. 1 de agosto de 2003, Vol. VII, núm. 146(070). [En línea] [Consultado: 24/5/2017]. ISSN: 1138-9788. Disponible en web: [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(070\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(070).htm)

FRANCO, Marta. El Parque de Arte Sacro abrirá en el verano de 2008 en San Jerónimo. *20 Minutos*. 6/2/2007. [En línea] [Consultado: 24/5/2017] Disponible en web:

<http://www.20minutos.es/noticia/198797/0/Parque/Sacro/Jeronimo/#xtor=AD-15&xts=467263#xtor=AD-15&xts=467263>

GARCÍA ROMERO, José. Hornos de fundición y fusión empleados en la metalurgia romana en la provincia de Córdoba. *Habis*. 2003, núm. 34, pp. 201-212. [En línea] [Consultado: 25/5/2017]. ISSN: 0210-7694 ISSN-e: 2253-7686 Disponible en web: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/30633>

GÓMEZ-CONESA, Antonia. Diseño del puesto de trabajo. The desing of the job. *Fisioterapia*. 2002, vol. 24, supl. 1, pp. 15-22. DOI: 10.1016/S0211-5638(01)73014-3. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] ISSN: 0211-5638. Disponible en web: <http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-diseno-del-puesto-trabajo-S0211563801730143?referer=buscador>

HERRANZ MÉNDEZ, Mónica. Lana Mineral. *Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética*. 2012, cap. 5. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf>

JERÓNIMO OLLERO, Daniel. Ahora vivo en una casa móvil. *El Mundo*. 18/4/2013. [En línea] [Consultado: 3/12/2015] Disponible en web: <http://www.elmundo.es/elmundo/2013/04/18/suvienda/1366270001.html>

LEÓN D., Elard F. La importancia del carbón mineral en el desarrollo. *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*. 2006, vol. 9, núm. 18, pp. 91-97. [En línea] [Consultado: 23/5/2017] ISSN-e: 1682-3087 ISSN: 1561-0888. Disponible en web: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/579>

LILLO CARPIO, Pedro A. Los exvotos de bronce del Santuario de la Luz y su contexto arqueológico (1990-1992). *Anales de Prehistoria y Arqueología*. Universidad de Murcia. 1991-1992, vol. 7-8, pp. 107-142. [En línea] [Consultado: 25/5/2017]. ISSN-e: 1989-6212 ISSN: 0213-5663. Disponible en web: <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/3172>

LLANES MARTIN-ROMO, Alejandro. Rompemoldes. *Revista ARQ Meeting Point*. Enero 2013, 03, pp.15-18. [En línea] [Consultado: 24/5/2017]. Disponible en web: <http://www.arqmp.com/pdf/Ene2013/05-rompemoldes-esp.pdf>

ALMELA, Ramón. Actitud del Artista. Mitos, Rutina y Neuroestética. *Revista Observaciones Filosóficas*. 2010, núm 11. [En línea] [Consultado: 24/5/2017]. ISSN: 0718-3712 Disponible en web: <http://www.observacionesfilosoficas.net/actitudartista.htm>

LÓPEZ RODRÍGUEZ, Mariano. Factores determinantes en la construcción del mito del artista. *Seminario Periódico del Grupo ACIS*. Madrid: Universidad Complutense, 2010. [En línea] [Consultado: 27/5/2017] Disponible en web: http://eprints.ucm.es/12211/1/lopez_mito_del_artista20100609.pdf

PEÑA JURADO, Antonio. La escultura de Domus en Hispania. *Anales de Prehistoria y Arqueología*. Universidad de Murcia. 2007-2008, vol. 23-24, pp. 119-144. [En línea] [Consultado: 24/5/2017]. ISSN-e: 1989-6212 ISSN: 0213-5663. Disponible en web: <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/35868>

PÉREZ RUIZ, María. Aproximación al culto doméstico en la Hispania romana. Algunas consideraciones. *Bollettino di Archeologia on-line*. XVII International Congress of Classical Archaeology. Roma, 2010, special volume, pp. 107-114. [En línea] [Consultado: 30/5/2017] ISSN: 2039-0076. Disponible en web: http://www.bollettinodiarcheologiaonline.beniculturali.it/documenti/generale/14_Perez.pdf

PERNOT, Michel. Técnicas del metal, artesanos y talleres en las sociedades antiguas: de la edad del bronce final al periodo romano en la Europa occidental. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*. 2010, 39 (2), pp. 331-350. DOI: 10.4000/bifea.1966. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] ISSN-e: 2076-5827. Disponible en web: <https://bifea.revues.org/1966>

POLO, Higinio. Camille Claudel. Un extraño azul en los ojos. *El Viejo topo*. Septiembre 2012, núm. 296, pp. 50-56. [En línea] [Consultado: 25/5/2017]. ISSN: 0210-2706. Disponible en web: <http://dev.elviejotopo.com/web/revistas.php?numRevista=296>

SITIOS WEB Y DOCUMENTOS EN LÍNEA:

BLANCO MARTÍN, Venancio; CAMÓN AZNAR, José. El Taller. Discurso leído por el Ilmo. Señor Don Venancio Blanco Martín en el acto de su recepción pública y contestación del Excmo. Señor Don José Camón Aznar. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Madrid, 6 Noviembre 1977. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: <http://www.cervantesvirtual.com/obra/el-taller--1/>

CAMACHO ATALAYA, Antonio. La madera como combustible. 2014. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_724_16609.pdf

CASTEJÓN VILELLA, Emilio. Extracción localizada. 2015. [En línea] [Consultado: 25/5/2017] Disponible en web: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Salut_en_el_treball/Especializacion_en_higiene_industrial/Especializacion_en_higiene_industrial_\(Modulo_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Salut_en_el_treball/Especializacion_en_higiene_industrial/Especializacion_en_higiene_industrial_(Modulo_3).pdf)

CASTEJÓN VILELLA, Emilio. Extracción localizada. Fundació per la Universitat Oberta de Catalunya. 2015. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Salut_en_el_treball/Especializacion_en_higiene_industrial/Especializacion_en_higiene_industrial_\(Modulo_3\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Salut_en_el_treball/Especializacion_en_higiene_industrial/Especializacion_en_higiene_industrial_(Modulo_3).pdf)

COOPERACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL, GRUPO DEL BANCO MUNDIAL. Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad para Fundiciones. 30 Abril de 2007. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a8a9d8804886581db436f66a6515bb18/0000199659ESes%2BFoundries.pdf?MOD=AJPERES>

DÍEZ DÍAZ-ESTÉBANEZ, María Antonia; ÁLVAREZ GARCÍA, Ramón; MELENDI ESPINA, Sonia. El proceso siderúrgico como vía de reciclado de residuos plásticos. 2012. [En línea] [Consultado: 1/3/2017] Disponible en web: http://www.gecarbon.org/boletines/articulos/boletinGEC_024_art.3.pdf

DIRECTORIO DE PROVEEDORES INDUSTRIALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA. Quemadores. [En línea] [Consultado: 8/5/2017] Disponible en web: https://www.dirind.com/dim/monografia.php?cla_id=75

EFECE ARQUITECTURA. Taller-oficina para escultor cantero en As pontes – A Coruña. 2010. [En línea] [Consultado: 25/5/2017] Disponible en web: <http://www.efecearquitectura.com/?p=220>

ESCARTÍN GONZÁLEZ, Eduardo. Gremios y Feudos en Al-Ándalus. Gremialismo y Feudalidad en la Sevilla Almorávide. 2011. [En línea] [Consultado: 25/5/2017] Disponible en web: http://personal.us.es/escartin/Gremios&Feudos-en-al_Andalus.pdf

GALÁN ESMERALDA, David; LAUNES PINO, Francesc-Xavier. Comportamiento del fuego según tipología de forjado. Proyecto fin de Carrera. Montserrat Bosch González (Dir.); Sebastià Massaguer Mir (Dir.). Universitat Politècnica de Catalunya. 2011. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13568/PFC%20GALAN%20ESMERALDA%20DAVID%20LAUNES%20PINO,%20FRANCESC%20XAVIER.pdf>

GANDULLO, Cristina. Taller de Técnica Tradicional Africana de Fundición Artística de la mano de Jean Luc Bambara (Organizado por Oficina de Cooperación al Desarrollo de la

Universidad de Sevilla y la Asociación Cultura y Cooperación con África “El Gulmu”), 2013. [En línea] [Consultado: 1/3/2017] Disponible en web: <http://internacional.us.es/internacional/index.php?mact=Blogs,cntnt01,showentry,0&cntnt01entryid=620&cntnt01returnid=369>

GARCIA DE LOMAS, Javier. Gas ciudad o Gas natural. 2014. [En línea] [Consultado: 9/5/2017]. Disponible en web: <https://www.planoyescala.com/2014/09/gas-ciudad-o-gas-natural.html>

GARZÓN CABRERIZO, Agustín. Estudio sobre la velocidad de carbonización experimental en estructuras de madera. 2007. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: http://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/garzon_1_velocidad_carbonizacion.pdf

GREGORY, Ian. Flat-Pack Ceramic Fiber Kiln. 2012. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: <http://www.ian-gregory.co.uk/kilns.html>

GUARDINO SOLÁ, Xavier. NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio. INSHL. Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. 2004. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_672.pdf

HERNÁNDEZ MARTÍN, E. Alberto. Especificaciones técnicas CONAIF-SEDIGAS para la certificación de instaladores de gas. Materias comunes Tipos A, B y C. Parte 8. Quemadores. 2008. [En línea] [Consultado: 8/5/2017] Disponible en web: <http://docplayer.es/21772955-Especificaciones-tecnicas-conaif-sedigas-para-la-certificacion-de-instaladores-de-gas-materias-comunes-tipos-a-b-y-c-parte-8.html>

Historia de la infancia de Jesús según Santo Tomás. (Fuente: Los Evangelios Apócrifos, por Edmundo González Blanco) [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: <http://escrituras.tripod.com/Textos/EvTomas.htm>

INSH. NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo. 2014. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_387.pdf

INSHT. Curso de Inspección y evaluación del riesgo de incendio en el ámbito laboral. Seguridad de Incendios en los edificios. CTE DB SI. 14 y 15 de junio de 2012 [En línea] [Consultado: 13/6/2015] Disponible en web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Formacion/CNMP_Sevilla/ficheros%202012/SeguridadContraincendioEdificiosCTE.pdf

MÁRQUEZ MONTESINO, Francisco. Transformación térmica de la madera. [En línea] [Consultado: 26/5/2017] Disponible en web: <http://www.monografias.com/trabajos15/transformacion-madera/transformacion-madera.shtml>

MARROT TICO, Jordi. Comportamiento de las vigas de madera ante el fuego. Ciencia y Tecnología de la Edificación. Blog de opiniones y reflexiones sobre el urbanismo, la construcción, la rehabilitación y el mantenimiento de edificios. 2013. [En línea] [Consultado: 5/11/2013] Disponible en web: <http://jordimarrot.blogspot.com.es/2013/11/comportamiento-de-las-vigas-de-madera.html>

MILANUNCIOS. Horno de artesanía cerámica Nabertherm. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: <http://www.milanuncios.com/otros-articulos-de-bricolaje/horno-de-artesania-ceramica-nabertherm-191710198.htm>

MINISTERIO ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. El Petróleo. [En línea] [Consultado: 9/5/17]. Disponible en web: <http://www.minetad.gob.es/energia/Petroleo/Paginas/Index.aspx>

MINISTERIO ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. Gases Licuados del Petróleo (GLP). [En línea] [Consultado: 9/5/2017]. Disponible en web: <http://www.minetad.gob.es/energia/glp/Paginas/Index.aspx>

MUSEO RODIN. La villa des Brillants. Fragmento de una carta de Rilke a su esposa Clara, 2 de septiembre de 1902. [En línea] [Consultado: 25/5/2017] Disponible en web: <http://www.musee-rodin.fr/es/el-museo-rodin/el-museo-rodin-meudon#sthash.E76iMeLM.dpuf>

NABERTHERM GMBH. Hornos de fundición a la cera perdida calentamiento eléctrico (N../WAX) o por gas (NB../WAX). [En línea] [Consultado: 9/5/2017]. Disponible en web: http://www.nabertherm.es/produkte/details/es/giesserei_wachsausschmelzofen

OCHOA CASTELEIRO, Javier; GUERRERO DURÁN, Rocío. Proyecto de talleres, viviendas y sótano para aparcamiento en c/ San Luis, nº70, Sevilla. 2011. [En línea] [Consultado: 25/5/2017] Disponible en web: <http://www.javierochoa-arquitecto.com/fichasanluisa.html>

PÉREZ LÓPEZ, Gabriel. Ventilación por Extracción Localizada, VEL. Ficha técnica FT-2. Servicio de Higiene Industrial y Salud Laboral. Instituto de Seguridad y Salud Laboral. Región de Murcia. [En línea] [Consultado: 8/5/2017]. Disponible en web: [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6645&IDTIPO=100&RASTRO=c721\\$m](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6645&IDTIPO=100&RASTRO=c721$m)

RESCALVO SANTIAGO, Fernando, et al. Concepción y Diseño del Puesto de Trabajo. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: <http://docplayer.es/4075035-Capitulo-11-concepcion-y-diseno-del-puesto-de-trabajo.html>

SANSEGUNDO SIERRA, Alejandro J. Acústica en la edificación. Conceptos básicos. 2008. [En línea] [Consultado: 13/6/2015] Disponible en web: http://www.arquitectosdecadiz.com/uploads/%C3%81reas_Construcci%C3%B3n/03.01.%20Conceptos%20b%C3%A1sicos.%20Aislamiento.%20Alejandro%20Sansegundo.pdf

SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA. Subdirección General de Planificación Energética y Seguimiento. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Planificación de los sectores de electricidad y gas 2012-2020. Desarrollo de las redes de transporte. 2011. [Consultado: 9/5/2017]. Disponible en web: http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Novedades/Documents/PlanificacionElectricidadGas_2012_2020.pdf

SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES UNIVERSIDAD DE JAÉN. Almacenamiento de productos químicos. 2013. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/prevencion/almacenamiento_productos_quimicos.pdf

SILICONESANDMORE. HYDRACAST™ Tradition. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: <http://www.siliconesandmore.com/en/hydracasttradition.html#sthash.0Qqo4x9L.dpuf>

SOLER & PALAU VENTILATION GROUP. Manual Práctico de Ventilación. 2016. [En línea] [Consultado: 9/5/2017] Disponible en web: http://www.solerpalau.mx/pdf/sp_ventilacion_TOTAL.pdf

Tema 5. Indicadores de ruido. [En línea] [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web: <http://www.hazruidocontraelruido.com/wp-content/uploads/2014/12/Tema-5.-INDICADORES-DE-RUIDO.pdf>

TESIS DOCTORALES:

AGUILAR GALEA, José Antonio. *La enseñanza de la fundición artística en las facultades de Bellas Artes españolas*. [Tesis doctoral sin publicar]. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2001.

DEL PINO DE LEÓN, Soledad. *Procesos Metalúrgicos en la Edad del Bronce: La Espada de Peña Negra*. [Tesis doctoral sin publicar]. Universidad de La Laguna, 2011.

GÓMEZ RODRÍGUEZ, Águeda. *La arquitectura doméstica urbana en época romana en la Provincia Baetica*. [Tesis Doctoral]. Huelva: Departamento de Historia I, Universidad de Huelva, 2010. ISBN: 978-84-92944-64-4.

MARCOS MARTÍNEZ, Carmen. *Fundición a la cera perdida. Técnica de la cascarilla cerámica*. [Tesis Doctoral] Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, D.L., 2002. 1 disco (CD-Rom). ISBN: 84-699-5430-X.

PETRILLO, Lucido. *La cascarilla cerámica como material escultórico*. [En línea] [Tesis doctoral]. Facultad de Bellas Artes, Universidad de Barcelona, 2012. [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/35441/19/03.PETRILLO_3de9.pdf

ROMERO, Julio. *El mito del artista y la locura: estudio de la tradición cultural y la investigación científica sobre la relación entre creatividad y psicopatología*. [Tesis doctoral sin publicar]. UCM, Madrid, 2001.

SORROCHE CRUZ, Antonio. *Nuevos materiales y nuevas técnicas en la fundición escultórica: el poliestireno expandido como modelo gasificable*. [Tesis Doctoral] Granada: Universidad de Granada, 1994. ISBN 84-338-1895-3.

VILA MOSCARDÓ, David. *La revolución de la cascarilla cerámica. Estudio de dos casos de aplicación en la fundición artística valenciana actual: la Facultad de Bellas Artes de Altea, la empresa del artista Jaume Espí*. [En línea] [Tesis doctoral] Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Arte, Alicante, 2015. [Consultado: 09/05/2017] Disponible en web: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do>

LEGISLACIÓN:

España. Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 11 de Agosto de 2010, núm. 157, pp. 9-39.

España. Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, pp. 32590-32611.

España. Ley 49/1960, de 21 de Julio, Sobre propiedad Horizontal. Boletín Oficial del Estado, 23 de julio de 1960, núm. 176, pp. 10299-10303.

España. Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. Boletín Oficial del Estado, 9 de mayo de 2001, núm. 111, pp. 16607-16616.

España. Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía. Boletín Oficial del Estado, 14 de enero de 2003, núm.12, pp. 1454-1521.

España. Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Boletín Oficial del Estado, 9 de agosto de 2007, núm. 190, pp. 34118-34169.

España. Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla. Texto Refundido aprobado definitivamente por Acuerdo Plenario del Ayuntamiento de Sevilla el 15 de Marzo de 2007.

España. Ordenanza contra la Contaminación Acústica, Ruidos y Vibraciones del Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla, 29 de octubre de 2014, núm. 251, pp. 21-73.

España. Ordenanza Reguladora de Obras y Actividades del Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla, 25 de junio de 2013, núm. 145, pp. 3-114.

España. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, 31 de enero de 1997, núm. 27, pp. 3031-3045.

España. Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. Boletín Oficial del Estado, 26 de enero de 2008, núm. 23, pp. 4986-5000.

España. Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. Boletín Oficial del Estado, 30 de Junio de 1986, núm. 155, pp. 23733- 23735. Este RD fue modificado por la LEY 6/2001, de 8 de mayo, Boletín Oficial del Estado, 9 de Mayo de 2001, núm. 111, pp. 16607-16616.

España. Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. Boletín Oficial del Estado, 30 de Junio de 1986, núm. 155, pp. 23733-23735.

España. Real Decreto Legislativo 7/2015 de 31 octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana. Boletín Oficial del Estado, 31 Octubre de 2015, núm. 261, pp.103232-103290.

AUDIOVISUALES

BLANCO, Venancio. *El oficio del arte*. [Video Documental; DVD PAL 16:9, Estéreo,]. REM Comunicación y Milochenta Producciones (prod.); Fundación Venancio Blanco (col.). 2011, 60 minutos.

Fundición a la cáscara cerámica. [Vídeo]. Albaladejo, Juan Carlos (Guión); de Rosario, David (prod.). 1999, 18 minutos. DL-TF2773/1999.

NUYTEN, Bruno. *La pasión de Camille Claudel*. [DVD] Francia: [Productores] Les Films Christian Fechner / Lilith Films I.A. / Gaumont / Antenne-2 / Films A2 / DD Productions / Ministère de la Culture et de la Communication / Centre National de la Cinématographie (CNC) / Sofica Créations / Sofimage / Soficas Investimages / Images. 1988.

REED, Carol (Dir.). *El tormento y el éxtasis*. [DVD]. Estados Unidos: International Classics (prod.). 20th Century FoxEditorial (dist.). 1965.

RUSSEL, Ken (Dir.). *Mesías Salvaj*. [DVD]. Reino Unido: MGM (prod.) 1972.

TRUEBA, Fernando (Dir.). *El artista y la modelo*. [DVD]. España: Fernando Trueba Producciones Cinematográficas S.A.; Bonne Pioche. 2012.

MASUMURA, Yasuzo (Dir.). *Môjû. La Bestia Ciega*. [DVD]. Japón: Daiei Motion Picture Company. 1969.

PATENTES:

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (70.0%); UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA (30.0%) *Horno microondas y proceso de moldeado a la cera perdida asistido por microondas*. Juan Carlos Albaladejo González, Juan Monzo Cabrera, Francisco Javier Clemente Fernández, José Fayos Fernández y Antonio José Lozano Guerrero. ES. Int. Cl.:B22C 9/04. SOLICITUD DE PATENTE, 201330657. 07 de Noviembre de 2014.

